



Escola Politècnica Superior
d'Edificació de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ENGINYERIA GEOMÀTICA I TOPOGRAFIA

TREBALL DE FI DE GRAU

Aixecament 3D de “La dona i l’ocell”

Projectista: Anna Romeo Jané

Directors: Felipe Buill Pozuelo i Albert Prades Valls

Convocatòria: Juny 2016

RESUM

En el present projecte es detallen els procediments seguits per a la realització d’un aixecament fotogramètric de l’escultura de Joan Miró anomenada “La dona i l’ocell”. L’objectiu principal del citat aixecament és l’obtenció d’una reproducció a escala del monument, amb la finalitat de fer-lo accessible a una persona amb discapacitat visual.

El desenvolupament dels treballs topogràfics ha consistit, a grans trets, en la implantació d’una xarxa d’aixecament i el seu posterior ajustament mínim-quadràtic, tant planimètric com altimètric.

No obstant, degut a les característiques de l’escultura, els treballs fotogramètrics es van duu a terme en dos fases. Una primera que va consistir en la presa d’imatges amb diferents valors d’exposició des de la plataforma que la rodeja i una segona presa de dades des dels balcons, finestres i terrasses dels edificis que rodegen el Parc Joan Miró.

En el treball fotogramètric de gabinet es van utilitzar diferents programes: el “Luminance HDR” per a l’obtenció d’imatges HDR en format *.TIFF, el visualitzador “XnView” per a la conversió de les imatges HDR al format *.JPG, el “Agisoft PhotoScan” per processar totes les dades recollides a camp i formar dos models tridimensionals (un centrat en la part superior i un altre que ho abastes tot), i el “CloudCompare” per unir les diferents parts i obtenir un núvol de punts dens complet.

Apart de les feines relacionades amb l’aixecament topogràfic i fotogramètric, també es van realitzar diferents treballs per preparar el model tridimensional per ser imprès en 3D. Així doncs, es va crear una base amb text en llenguatge Braille amb el programa “Autocad” i es va obtenir un model continu de l’escultura amb el “CloudCompare”.

Finalitzades totes les tasques anteriors, es va obtenir una reproducció a escala 1:100 de “La dona i l’ocell” i una sèrie de plànols a escala 1:100 amb ortofotografies des de diferents plans de projecció.

ÍNDIX

INTRODUCCIÓ	5
SITUACIÓ DE LA ZONA D’ESTUDI	7
AIXECAMENT TOPOGRÀFIC	11
3.1- Treball de camp.....	11
3.1.1- Descripció de la poligonal	11
3.1.2- Punts radiats.....	12
3.2- Treball de gabinet.....	13
3.2.1- Càlcul i compensació de la poligonal	13
Aixecament planimètric	14
Aixecament altimètric	17
3.2.2- Càlcul de les coordenades dels punts radiats	18
3.2.3- Càlcul de les coordenades UTM de la poligonal.....	21
AIXECAMENT FOTOGRAMÈTRIC	23
4.1- Treball de camp.....	23
4.2- Treball de gabinet.....	23
4.2.1- Construcció de les imatges HDR	24
4.2.2- Construcció del model tridimensional.....	25
Georeferenciació i orientació de les imatges	25
Màscares	28
Núvol de punts dens.....	29
Malla	30
Textura de la malla.....	30
Obtenció de les ortofotografies.....	31
Ensamblatge de les diferents parts del model tridimensional ...	33

PREPARACIÓ I OBTENCIÓ DEL MODEL PER LA IMPRESORA 3D	35
5.1 – Model tridimensional de l'escultura	35
5.2 - Base de l'escultura i text en llenguatge Braille	36
CONCLUSIONS	39
BIBLIOGRAFIA.....	41
AGRAÏMENTS.....	43

INTRODUCCIÓ

L’avanç de la tecnologia ha afavorit que, en els últims anys, hagin aparegut diferents eines encaminades a augmentar la qualitat de vida i l’autonomia de les persones que tenen algun tipus de discapacitat.

Així doncs, per tal de posar les eines geomàtiques a disposició de les persones amb discapacitat visual, el present projecte té com objectiu principal l’obtenció d’una reproducció a escala d’un monument emblemàtic de Barcelona, “La dona i l’ocell”.

“La dona i l’ocell” també anomenada “Dona-bolet amb barret de lluna” és una escultura de formigó i ceràmica d’aproximadament 20 metres d’alçada inaugurada l’any 1983 i obra del artista Joan Miró Ferrà i del ceramista Joan Gardy Artigas, que col·laborà en la construcció del trencadís. Aquesta, forma part d’una col·lecció de tres obres encarregades al artista l’any 1968 per donar la benvinguda als viatgers que arribessin a la ciutat per mar (amb el paviment “Mosaic del Pla de l’Os” al Pla de la Boqueria), per aire (amb el mural a l’aeroport de Barcelona) i per terra (amb l’escultura estudiada en aquest projecte).

La dona, que Miró considerava que era tot un univers, queda representada a l’escultura per la marcada incisió negra. Aquesta, generadora de vida, necessita el seu complement masculí, simbolitzat per la forma del volum principal. I, coronant l’obra, apareix l’ocell com a element poètic que ens apropa al cel i a les estrelles.

Per tal de captar tots els aspectes i contorns de l’obra, la captura fotogramètrica s’ha realitzat des de diferents alçades i perspectives i s’ha complementat amb un aixecament topogràfic de la zona, obtenint com a producte un model en tres dimensions.

SITUACIÓ DE LA ZONA D’ESTUDI

L’escultura de “La dona i l’ocell” està situada a Barcelona, ciutat ubicada al sud-est de la península ibèrica i delimitada per el riu Llobregat (al sud-oest), el riu Besòs (al nord-est), el mar Mediterrani (al sud-est) i la serralada de Collserola (al Nord-oest). Les seves coordenades geodèsiques són, per tant, $41^{\circ} 22' 57''$ N i $2^{\circ} 10' 37''$ E.



Figura 2.1 - Situació de la ciutat de Barcelona (Font: ICGC)

Dins de la ciutat s'erigeix a un costat del Parc de Joan Miró (antic Parc del Escorxador), emmarcat pel carrer de Tarragona (al sud-oest), el carrer d'Aragó (al nord-oest), el carrer de Vilamarí (al nord-est) i el carrer de la Diputació (al sud-est). Alguns dels llocs d'interès que es troben a les seves proximitats són la Plaça d'Espanya (a uns 350 metres) o l'Estació de Sants (a uns 850 metres).

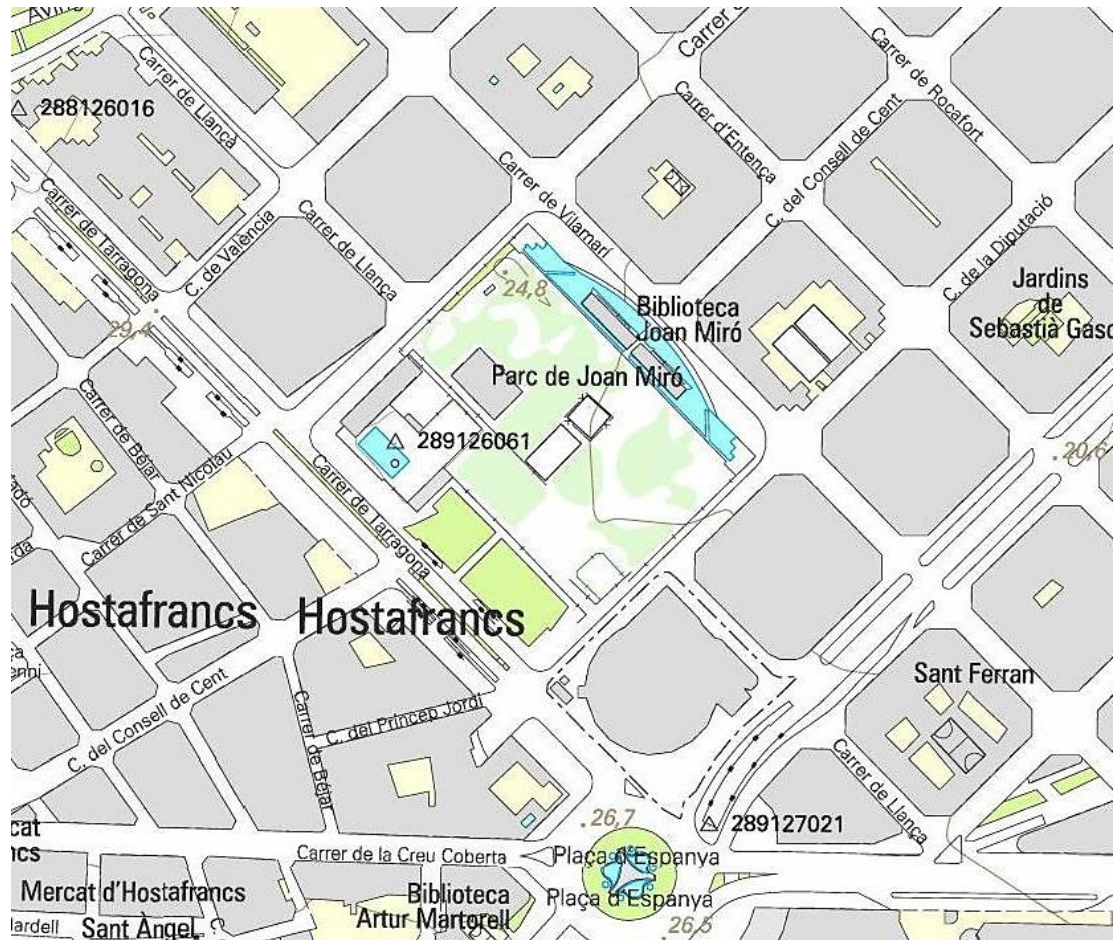


Figura 2.2 - Situació del Parc de Joan Miró (Font: ICGC)

L'escultura queda envoltada per un estany, que li confereix un aspecte més impactant i la protegeix del possible desgast causat pels visitants. També, està situat a les seves immediacions, el Parc de Bombers de l'Eixample.



Figura 2.3 – Escultura “La dona i l’ocell” (Font: Pròpia. Canon EOS 450D)

AIXECAMENT TOPOGRÀFIC

3.1- Treball de camp

Per poder fer la presa de dades topogràfica va ser necessari realitzar una sol·licitud a l'empresa "VIAS" ja que, encara que la zona d'estudi és d'accés públic, en el moment de la captura estava sotmesa a obres de neteja i millora. Sent necessari, per tant, el permís de l'entitat esmentada i l'acceptació d'una sèrie de mesures de seguretat (casc, armilla reflectant i calçat de seguretat).

El material emprat per duu a terme aquest aixecament va constar de:

- Estació total: Model TS06 de la marca Leica.
- Trípod: Model CTP101 de la marca Leica.
- Prisma: Model GPR111 de la marca Leica.
- Bastó telescòpic amb nivell esfèric: Model GLS11 de la marca Leica.
- Flexòmetre
- Retolador permanent

3.1.1- Descripció de la poligonal

La poligonal es va materialitzar al terreny mitjançant quatre vèrtexs situats al voltant de les cantonades del estany que rodeja l'escultura, enllaçats amb la cartografia oficial per mitja dels punts de coordenades conegudes 109439 i 109031, pertanyents a la Xarxa Topogràfica Municipal del Ajuntament de Barcelona.

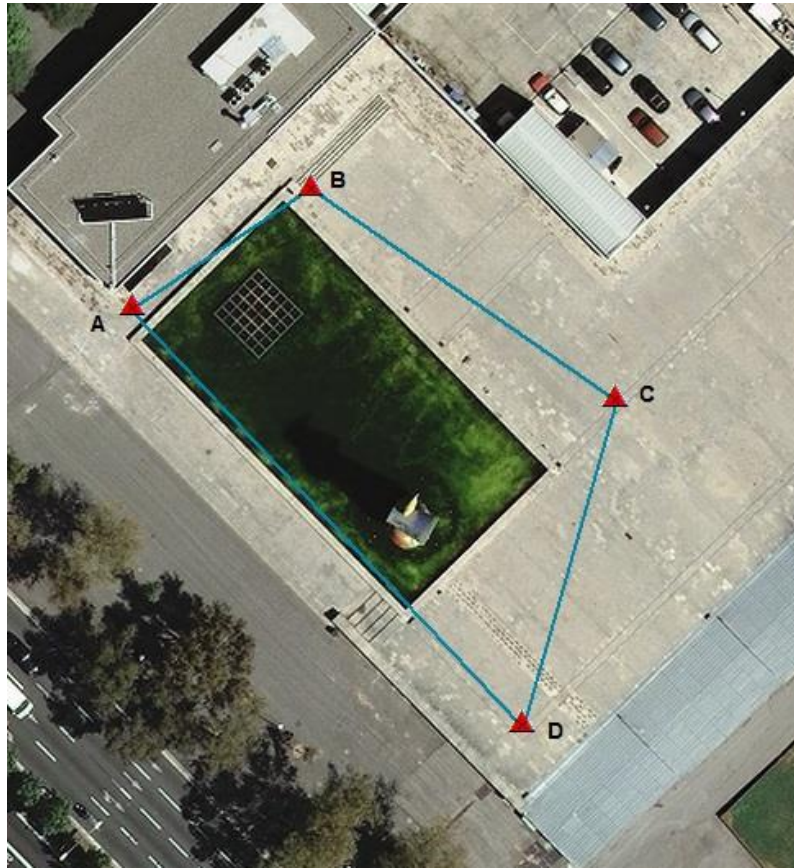


Figura 3.1 – Situació de les bases de la poligonal (Font: ICGC)

Al tractar-se d'una poligonal petita, es van fer observacions recíproques entre cada una de les bases i, per tal de minimitzar els errors en cada una de les visuals, es va fer la presa de dades aplicant la Regla Bessel, és a dir, prenent cada mesura en cercle directe i invers.

Degut a la intensitat del tràfic i a la dificultat d'obtenir una visual clara entre els punts de coordenades conegudes, es va optar per treballar en gabinet amb una poligonal de sistema referència local i enllaçar-la amb el sistema de referència oficial per a la presentació dels resultats.

3.1.2- Punts radiats

Utilitzant com a base els vèrtexs de la poligonal, es va realitzar, paral·lelament, una captura de 37 punts. Els quals, després de ser processats a gabinet, van ser utilitzats com a punts de control o recolzament per a georeferenciar les imatges fotogramètriques i, posteriorment, el model tridimensional.

Aquests punts, obtinguts mitjançant una radiació, corresponen a les interseccions entre els diferents elements del trencadís de l’escultura i a les cantonades del estany que l’envolta.



Figura 3.2 – Punts radiats de l’escultura (Font: Pròpia. Agisoft PhotoScan)

3.2- Treball de gabinet

Un cop recollides les dades de camp, aquestes van ser sotmeses a una sèrie de càlculs amb la finalitat d’obtenir coordenades planimètriques i altimètriques, amb els seus errors associats, dels punts de la poligonal i la radiació.

El desenvolupament detallat de tots aquests càlculs es va duu a terme amb un full de càlcul de “Microsoft Excel”, el qual es troba entre el contingut del CD adjunt sota el títol “Observacion_DonaOcell”. Per tant, en aquesta memòria, només s’esmentaran els comentaris pertinents per a la correcta comprensió del procés i dels resultats obtinguts.

3.2.1- Càlcul i compensació de la poligonal

Les distàncies i angles obtinguts a través de l’observació de les bases van desencadenar en l’obtenció d’unes primeres coordenades aproximades dels punts de la poligonal i, juntament amb les especificacions tècniques de l’estació i del bastó telescòpic, van servir per conèixer si aquesta entrava en tolerància, que es va estimar com a apte (tant en la planimetria com en la altimetria).

Punt	X' (m)	Y' (m)	Z' (m)
A	100,000	100,000	100,000
B	94,714	120,777	100,567
C	124,605	141,933	100,700
D	150,621	123,008	100,613

Taula 3.1 – Coordenades aproximades dels punts de la poligonal (Font: Pròpia)

Estació total TS06 - Leica	
Sensibilitat nivell electrònic	2"
Apreciació	10 cc
Augments	30 X
Sensibilitat del nivell esfèric de l'estació	6'
Distanciòmetre	1,5 mm + 2 ppm
Bastó telescòpic amb nivell esfèric GLS11 - Leica	
Sensibilitat del nivell esfèric	8'

Taula 3.2 – Especificacions tècniques (Font: Leica)

Com ja s’ha esmentat durant la descripció de la poligonal, la compensació mínim-quadràtica es va duu a terme amb un sistema de referència local amb origen en el punt A i coordenades (100,100,100). També, cal destacar, que es va realitzar l’ajust mínim-quadràtic de la planimetria i de l’altimetria per separat.

Aixecament planimètric

La compensació mínim-quadràtica de les coordenades planimètriques es va duu a terme aplicant el procés explicat a continuació:

- 1- Obtenció dels azimuths i les distàncies calculades a partir de les coordenades aproximades

- Equació lineal del azimuth

$$dL_i^{i+1} = a_i \cdot dx_i + a_{i+1} \cdot dx_{i+1} + b_i \cdot dy_i + b_{i+1} \cdot dy_{i+1} - \partial \Sigma_i$$

On

$$a_i = - \left[\frac{y_{i+1} - y_i}{l_{i(i+1)}^2} \right] \quad b_i = \frac{x_{i+1} - x_i}{l_{i(i+1)}^2}$$

$$a_{i+1} = \frac{y_{i+1} - y_i}{l_{i(i+1)}^2} \quad b_{i+1} = - \left[\frac{x_{i+1} - x_i}{l_{i(i+1)}^2} \right]$$

- Equació lineal de la distancia

$$dl_i^{i+1} = a_i \cdot dy_{i+1} + a_{i+1} \cdot dy_i + b_i \cdot dx_{i+1} + b_{i+1} \cdot dx_i$$

On

$$a_i = \frac{y_{i+1} - y_i}{l_{i(i+1)}} \quad b_i = \frac{x_{i+1} - x_i}{l_{i(i+1)}}$$

$$a_{i+1} = - \left[\frac{y_{i+1} - y_i}{l_{i(i+1)}} \right] \quad b_{i+1} = - \left[\frac{x_{i+1} - x_i}{l_{i(i+1)}} \right]$$

2- Càlcul dels errors angulars i longitudinals de cada tram de la poligonal

- Error angular

$$e_a = \sqrt{e_v^2 + e_d^2 + e_p^2 + e_l^2}$$

On

$$e_v = \frac{1}{12} S^{cc} \quad e_p = \frac{x}{A} \left(1 + \frac{4A}{100} \right)$$

$$e_d = \frac{e_s + e_e}{D} r^{cc} \quad e_l = x a_p$$

- Error longitudinal

$$e_d = \sqrt{e_e^2 + e_s^2 + x^2 + (y D)^2}$$

On

$$e_e = i \sin \alpha \quad e_s = m \sin \beta$$

3- Resolució del sistema matricial i obtenció de les correccions

$$x = (A^T P A)^{-1} A^T P T$$

On "A" és la matriu de disseny construïda a partir de les equacions d'observació, "P" és la matriu de pesos formada arrel del càlcul dels errors angulars i longitudinals, i "T" és el vector de termes independents obtingut de la diferencia entre els valors observats i els calculats.

4- Càlcul de les coordenades compensades

$$\text{Coordenada}_{\text{compensada}} = \text{Coordenada}_{\text{aproximada}} + \text{Correcció}_i$$

Punt	X (m)	Y (m)
B	94,7094	120,7782
C	124,5910	141,9487
D	150,6140	123,0364

Taula 3.3 – Coordenades planimètriques compensades (Font: Pròpia)

5- Càlcul del error associat a cada coordenada

$$Q = (A^T P A)^{-1}$$

$$V = A X - T$$

$$\sigma^2 = \frac{V^T P V}{h - n}$$

$$\sigma_{xx} = Q \sigma^2$$

On “Q” és la matriu cofactor, “V” el vector residus, “ σ^2 ” la variància de referencia a posteriori i “ σ_{xx} ” la matriu de variància-covariància. A partir d’aquesta última s’obtenen els errors associats a cada coordenada calculant l’arrel quadrada dels termes de la seva diagonal.

Punto	Errors (68% confiança)	
	e_x (m)	e_y (m)
B	0,003	0,004
C	0,004	0,003
D	0,003	0,003

Taula 3.4 – Errors associats a les coordenades planimètriques (Font: Pròpia)

Un cop es van obtenir els errors amb una fiabilitat del 68%, es va tornar a realitzar un càlcul d’aquests aplicant la distribució t-Student, amb la finalitat d’obtenir-los amb una fiabilitat del 95%.

Punt	Errors (95% confiança)	
	e_x (m)	e_y (m)
B	0,005	0,006
C	0,007	0,005
D	0,005	0,004

Taula 3.5 – Errors associats a les coordenades planimètriques (Font: Pròpia)

Acabada la compensació mínim-quadràtica de les coordenades planimètriques, es va realitzar un test de bondat del ajustament mitjançant la distribució Chi-quadrat. Aquest, constitueix una comparació estadística entre les variàncies de referència a priori i a posteriori que, fixat un nivell de significació, ens permet contrastar la hipòtesis de bondat del ajustament segons un interval d'acceptació. Després de l'aplicació d'aquest test, l'ajustament es va considerar apte.

Aixecament altimètric

El mètode altimètric que es va escollir per conèixer les cotes dels diferents punts de la poligonal va ser la nivellació trigonomètrica.

La compensació mínim-quadràtica de les coordenades altimètriques es va duu a terme aplicant un procés similar al descrit per les coordenades planimètriques. Així doncs, la successió de càlculs va diferir en els següents aspectes:

- La matriu de disseny "A" és lineal i, per tant, els resultats obtinguts seran directament les cotes corregides.
- La matriu de pesos "P" ve determinada per:

$$p = \frac{2}{e_z^2}$$

On

$$e_z = \sqrt{e_{tD}^2 + e_{tV}^2 + e_m^2 + e_i^2}$$

$$e_{tD} = (D + E_d) \cot V - D \cot V$$

$$e_i \rightarrow \max 0,01 \text{ m}$$

$$e_{tV} = D \cot(V + e_a) - D \cot V$$

$$e_m = m(1 - \cos \beta)$$

- El vector de termes independents "T" està format a partir dels desnivells entre les bases i el valor de la cota del punt establert com a origen del sistema de referència local.

Punt	Z (m)	Errors	
		e _z (68% confiança)	e _z (95% confiança)
B	100,5664	0,001	0,002
C	100,6997	0,001	0,003
D	100,6121	0,001	0,003

Taula 3.6 – Coordenades altimètriques i els seus errors associats (Font: Pròpia)

Acabada la compensació mínim-quadràtica de les coordenades altimètriques es va realitzar, com en el cas de les planimètriques, un test de bondat del ajustament mitjançant la distribució Chi-quadrat, el qual es va considerar com a apte.

3.2.2- Càlcul de les coordenades dels punts radiats

Per obtenir les coordenades dels punts radiats, es va partir de les coordenades compensades de les bases de la poligonal. No obstant, degut a un error durant el desenvolupament del treball de camp, es van haver de fer una sèrie de comprovacions per determinar si els angles horitzontals presos el primer dia d’observació es corresponien amb els que teòricament s’haurien d’haver pres el segon dia d’observació i, per tant, saber si aquests primers es podrien utilitzar en el càlcul de les coordenades dels punts radiats.

Per duu a terme aquestes comprovacions es van seguir els passos següents:

- 1- Càlcul de les desorientacions de les observacions del segon dia respecte a les del primer mitjançant les lectures horitzontals dels punts radiats

$$\beta = H_{z_2} - H_{z_1} \qquad \bar{\beta} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \beta_i$$

- 2- Obtenció dels valors de les lectures horitzontals entre les bases de la poligonal del segon dia d’observació

$$H_{z_2} = H_{z_1} + \bar{\beta}$$

Punt estació	Punt visat	Angle Hz camp dia 1	Angle Hz camp dia 2	β	
A	B	384,1411	293,3460	-	
	2	89,8966	399,0632	309,1667	309,2049
	3	61,0272	370,2300	309,2028	
	4	60,9611	370,1734	309,2123	
	5	62,3498	371,5565	309,2067	
	6	60,8807	370,0910	309,2103	
	7	59,5772	368,7952	309,2180	
	8	62,2823	371,4921	309,2098	
	9	58,6211	367,8260	309,2049	
	10	60,7141	369,9270	309,2129	

Taula 3.7 – Càlcul de la desorientació β_A i l'angle Hz A-B (Font: Pròpia)

- 3- Càlcul dels azimuts del segon dia d'observació

$$\theta_A^2 = (\text{Hz}_A^2 - \theta_A^B) + \text{Hz}_A^B$$

- 4- Càlcul dels azimuts del primer dia d'observació mitjançant els azimuts del segon dia

$$\theta_A'^2 = \theta_A^2 - \beta$$

- 5- Obtenció de les lectures horitzontals del primer dia d'observació mitjançant les dades del segon dia

$$\text{Hz}'_1 = \theta' - \beta$$

Punt estació	Punt visat	β	Azimut camp dia 2	Azimut 1 (calc. con A2)	Lectura Hz 1 (calculada)
A	B		-	-	-
	2	309,1667	308,2817	399,1151	89,9484
	3	309,2028	279,4486	370,2458	61,0430
	4	309,2123	279,3919	370,1796	60,9672
	5	309,2067	280,7750	371,5684	62,3617
	6	309,2103	279,3095	370,0992	60,8889
	7	309,2180	278,0137	368,7957	59,5777
	8	309,2098	280,7106	371,5008	62,2911

Taula 3.8 – Càlcul dels azimuts i les lectures Hz del primer dia (Font: Pròpia)

- 6- Comparativa de les lectures horitzontals observades el primer dia i les calculades a partir de les dades del segon dia

$$\text{DIFF} = \text{Hz}_1 - \text{Hz}'_1$$

Fet aquest procediment, es va comprovar que la diferencia entre el angle horitzontal observat i el calculat era petita i, per tant, que es podien utilitzar les lectures horitzontals preses el primer dia per obtenir les coordenades dels punts radiats. No obstant, cal destacar que els punts 9 i 34 de la radiació no es van utilitzar per calcular la desorientació β , ja que aquests van canviar de posició el segon dia d'observació.

Un cop realitzada la comprovació, es va procedir a calcular les coordenades altimètriques i planimètriques dels punts radiats.

Estació	Punt visat	X (m)	Y (m)	Z (m)
A	2	102,896	100,463	100,731
	3	126,598	118,677	118,259
	4	126,113	118,377	116,852
	5	127,211	118,275	112,388
B	11	94,610	117,911	100,714
	12	125,776	119,363	116,291
	13	126,143	119,548	113,516
	14	126,122	119,542	112,725
C	21	127,725	133,635	100,734
	22	127,614	121,188	115,956
	23	127,376	121,121	112,330
	24	126,969	121,259	108,149
D	29	136,171	116,174	100,726
	30	129,116	118,638	115,719
	31	128,898	118,981	113,712
	32	129,280	119,282	111,094

Taula 3.9 – Mostra de les coordenades dels punts radiats (Font: Pròpia)

3.2.3- Càlcul de les coordenades UTM de la poligonal

Per tal de poder presentar adequadament les coordenades de les bases de la poligonal, aquestes es van enllaçar amb el sistema de referència oficial (ETRS89) mitjançant els punts de coordenades conegudes 109439 i 109031, pertanyents a la Xarxa Topogràfica Municipal del Ajuntament de Barcelona. I, un cop obtingudes, es van calcular els errors associats a aquestes en el nou sistema de referència.

Aquest procediment es va duu a terme seguint els passos següents:

- 1- Càlcul de les coordenades locals dels punts de coordenades conegudes 109439 i 109031, anomenats R1 i R2 respectivament

Punt	X (m)	Y (m)
R1	78,226	73,386
R2	56,270	36,112

Taula 3.10 – Coordenades locals dels punts R1 i R2 (Font: Pròpia)

- 2- Obtenció dels paràmetres de canvi entre el sistema de referència local i global

$$X_{UTM} = aX_{local} + bY_{local} + c \quad Y_{UTM} = aY_{local} - bX_{local} + d$$

Utilitzant les equacions anteriors, es construeix un sistema de quatre equacions i quatre incògnites amb les coordenades de R1 i R2 en el sistema global i local.

$$X = A^{-1} U$$

Paràmetres de la transformació	
a	0,332
b	0,945
c	428513,165
d	4581128,259
α	1,2331

Taula 3.11 – Paràmetres de la transformació local-global (Font: Pròpia)

- 3- Obtenció de les coordenades UTM en ETRS89 de les bases de la poligonal mitjançant els paràmetres de transformació i les equacions del primer pas

Punt	Coordenades UTM	
	X (m)	Y (m)
A	428640,790	4581066,969
B	428658,662	4581078,858
C	428688,571	4581057,655
D	428679,338	4581026,801

Taula 3.12 – Coordenades UTM de les bases de la poligonal (Font: Pròpia)

- 4- Transformació dels errors associats a les coordenades locals per obtenir els corresponents a les coordenades globals

$$\begin{pmatrix} e_x \\ e_y \end{pmatrix}_{UTM} = \begin{pmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha \\ -\sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e_x \\ e_y \end{pmatrix}_{local}$$

Punt	Errors UTM	
	e_x (m)	e_y (m)
A	0,000	0,000
B	0,007	-0,003
C	0,007	-0,005
D	0,005	-0,003

Taula 3.13 – Errors UTM de les bases de la poligonal (Font: Pròpia)

AIXECAMENT FOTOGRAMÈTRIC

4.1- Treball de camp

Per poder fer la presa de dades fotogramètrica va ser necessari, per una part, la sol·licitud feta a l'empresa "VIAS" i, per l'altre, la col·laboració dels veïns de la zona, ja que es va demanar prendre imatges des dels balcons, finestres i terrasses dels edificis que rodegen el Parc de Joan Miró.

D'aquestes dues fases de la captura d'imatges en van resultar 39 imatges centrades en captar la part superior de l'escultura i 648 imatges que cobrien tot el seu conjunt.

El material emprat per duu a terme aquest aixecament va constar de:

- Càmera Canon: Model EOS 450D amb una distància focal de 24 mm.
- Trípod.
- Càmera Nikon: Model D70 amb una distància focal de 195 mm.
- Bastó extensible.

La distància a la que es van prendre les fotografies varia entre els 8 i 42 m, les fetes des de la plataforma que envolta l'escultura, i entre els 78 i 97 m, les obtingudes des dels edificis que l'envolten. En el primer cas, les distàncies van venir marcades per la necessitat de realitzar un recobriment exhaustiu de la zona per evitar els elements pertinents a les obres que s'estaven desenvolupant. I, en el segon cas, van venir condicionades per la ubicació dels edificis als quals es va poder tenir accés.

4.2- Treball de gabinet

Un cop recollides les imatges fotogramètriques de camp, aquestes van ser sotmeses a una sèrie de processos automàtics i manuals amb la finalitat de construir un model tridimensional, complementat amb l'obtenció de diverses ortofotografies.

Per tal de que el correcte desenvolupament de la memòria no es vegi tallat per una explicació massa detallada dels programes informàtics que es van utilitzar, només s'esmentaran els comentaris pertinents per a la correcta comprensió del procés i dels resultats obtinguts.

4.2.1- Construcció de les imatges HDR

Les fotografies preses des de la plataforma que rodeja l’escultura, es van combinar per obtenir una sèrie de imatges HDR. Això va ser possible degut a que, des de cada posició de la càmera, es van prendre tres imatges iguals però amb diferents valors d’exposició (-1.3 ; 0 ; 1.3).

Així doncs, mitjançant l’eina “Batch HDR” del “Luminance HDR”, es va procedir a la obtenció d’aquestes imatges en format *.TIFF.

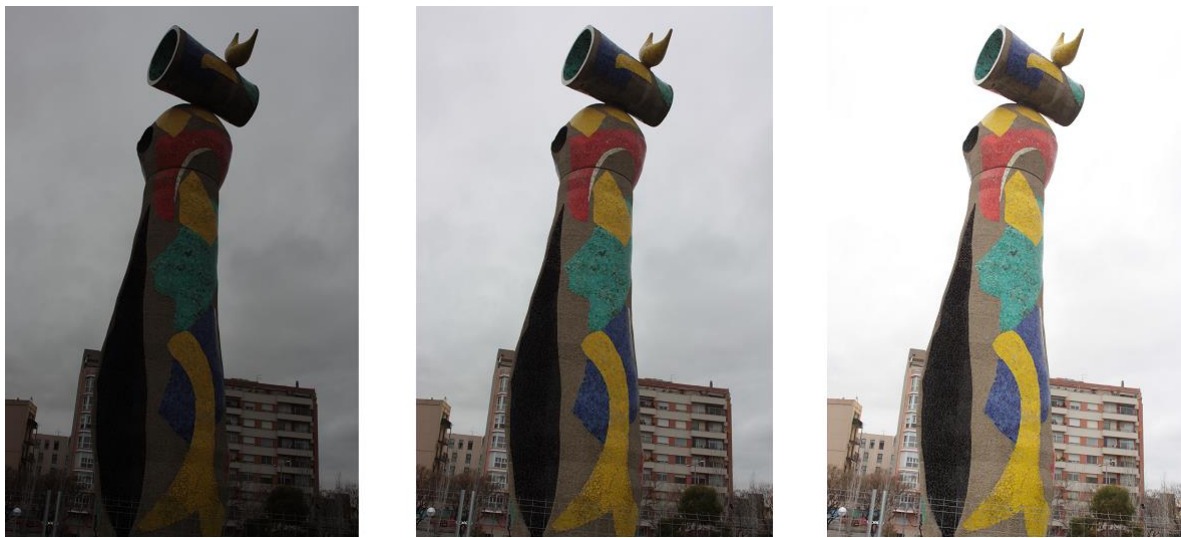


Figura 4.1 – Imatges amb valor d’exposició -1.3, 0 i 1.3 (Font: Pròpia. Canon EOS 450D)



Figura 4.2 – Imatge HDR (Font: Pròpia)

Les correspondències de noms entre les imatges originals i les resultants en HDR, es troben en un full de càlcul de "Microsoft Excel" situat entre el contingut del CD adjunt sota el títol "*CodigosImágenes*".

Cal destacar que va haver una sèrie de fotografies que es van tenir que auto-alinea, ja que, al ser obtingudes amb una posició del trípod no totalment estable, aquestes no estaven del tot alineades les unes amb les altres.

Un cop obtingudes les imatges HDR en format *.TIFF, es va procedir a la seva transformació al format *.JPG, mitjançant l'eina "Conversió múltiple de fitxers" del programa de visualització d'imatges "XnView". Aquest pas va ser necessari ja que sinó, no s'haurien pogut importar al software "Agisoft PhotoScan".

4.2.2- Construcció del model tridimensional

La construcció del model tridimensional es va duu a terme mitjançant primer el software "Agisoft PhotoScan" i després el "CloudCompare".

La necessitat d'utilitzar dos programes diferents va venir causada a partir de la impossibilitat d'orientar les imatges preses en les dues fases de l'observació entre si. Així doncs, es van realitzar dos models tridimensionals per separat mitjançant el "Agisoft PhotoScan" (un centrat en la part superior de l'escultura i un altre que ho comprenia tot) i, posteriorment, es van unir utilitzant les millors parts de cada un mitjançant el software "CloudCompare".

Georeferenciació i orientació de les imatges

Es va realitzar una primera orientació de les imatges mitjançant l'eina automàtica "Align Photos", la qual troba la posició i orientació de la càmera per cada fotografia i construeix un núvol de punts dispers. Aquesta primera orientació, es va realitzar amb una precisió mitja i 10000 punts clau i 1000 punts d'enllaç per imatge.

A continuació, es van crear una sèrie de marcadors manualment amb les seves coordenades associades per poder fer una nova orientació més precisa, és a dir, es van georeferenciar les imatges. Aquests, corresponien als punts presos mitjançant la radiació.

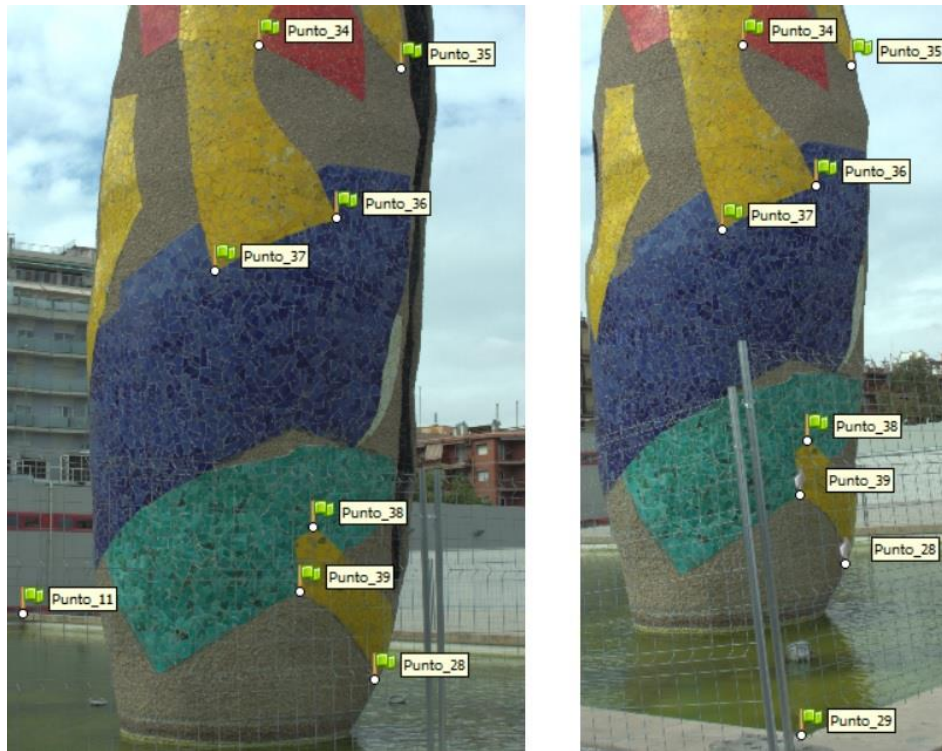


Figura 4.3 – Creació dels marcadors (Font: Pròpia)

Un cop creats els marcadors i introduïdes les seves coordenades associades, el propi programa va calcular l’error associat a cada un d’ells respecte a les seves diferents posicions al llarg de totes les imatges.

Marcadores	X (m)	Y (m)	Z (m)	Precisió (m)	Error (m)	Proyecciones	Error (pix)
<input checked="" type="checkbox"/> Punto_2	102.896000	100.463000	100.731000	0.020000	0.063569	5	0.116
<input checked="" type="checkbox"/> Punto_3	126.598000	118.677000	118.259000	0.020000	0.027796	75	0.971
<input checked="" type="checkbox"/> Punto_4	126.113000	118.377000	116.852000	0.020000	0.013887	94	0.953
<input checked="" type="checkbox"/> Punto_5	127.211000	118.275000	112.388000	0.020000	0.017006	113	0.926
<input checked="" type="checkbox"/> Punto_6	126.307000	118.563000	109.362000	0.020000	0.007331	121	1.430
<input checked="" type="checkbox"/> Punto_7	125.845000	119.041000	107.629000	0.020000	0.021487	131	0.631
<input checked="" type="checkbox"/> Punto_8	126.463000	117.813000	104.186000	0.020000	0.024063	122	0.623

Figura 4.4 – Coordenades dels marcadors i els seus errors associats (Font: Pròpia)

Finalment, es va tornar a orientar i calibrar les imatges mitjançant “Align Photos” utilitzant, aquest cop, una precisió alta.

Al acabar aquest procés, es va obtenir informació rellevant referent a, per exemple: la resolució de les imatges en el terreny, l’error de les projeccions, l’altitud mitja de vol o la resolució. Tots aquests paràmetres es troben a l’annex de la memòria sota el títol “Informe de processament – 02 juny 2016”.

Orientació i cal·libració de les càmeres			
Número d'imatges	251	Posicions de càmera	216
Altitud mitja de vol	26,2 m	Punts d'enllaç	15,051
Resolució en el terreny	5,51 mm/píxel	Projeccions	105,978
Superfície coberta	150 m ²	Error de re-projecció	1,15 píxels

Taula 4.1 – Dades generals de l'orientació i la cal·libració (Font: Pròpia. Agisoft PhotoScan)

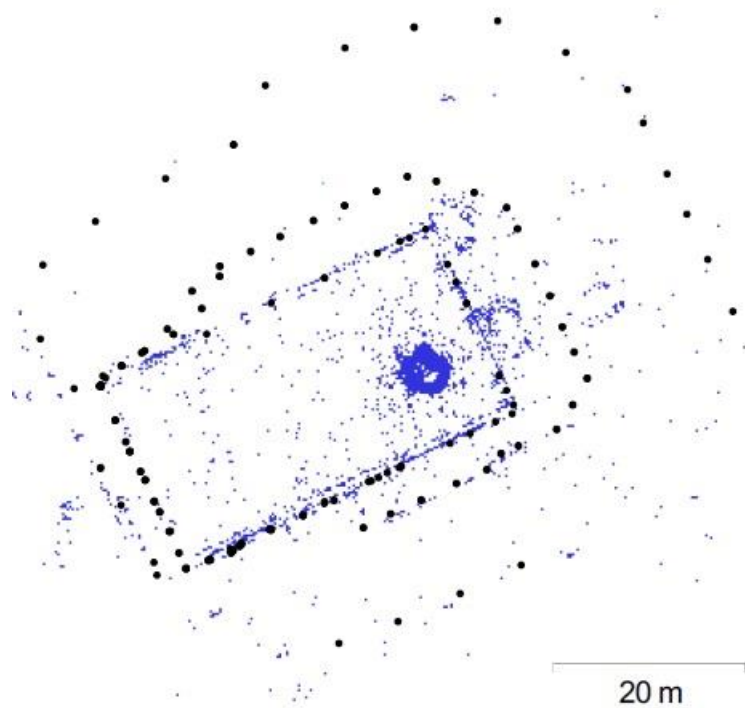


Figura 4.5 – Posicions de les càmeres i solapament de les imatges (Font: Pròpia. Agisoft PhotScan)

Model de càmera	Resolució	Distància focal	Pre-calibrada
NIKON D70 (195 mm)	3008 x 2000	195 mm	No
Unknown	2848 x 4272	Desconegut	No
Unknown	4272 x 2848	Desconegut	No

Taula 4.2 – Informació sobre les càmeres utilitzades (Font: Pròpia. Agisoft PhotoScan)

Cal destacar que les càmeres referides pel programa com “Unknown”, són les procedents de la construcció de les imatges HDR, que, al convertir-les a *.JPG, van perdre les seves metadades associades.

Màscares

La realització d’una màscara per a cada una de les imatges del aixecament fotogramètric es va realitzar per reduir els temps de duració dels processos automàtics i per evitar que quedessin representats en el model elements aliens a l’escultura.

Aquestes, es van realitzar manualment mitjançant l’eina “Intelligent Scissors” (que serveix per generar una selecció especificant el seu contorn) i “Add Selection” (que afegeix una selecció a la màscara).



Figura 4.6 – Creació de les màscares de les imatges (Font: Pròpia)



Figura 4.7 – Exemple de màscara d’una imatge (Font: Pròpia)

Tal i com es mostra a la figura 4.6 i 4.7, tot allò que no sigui rellevant per el modelatge de l'escultura (cel, edificis, persones, maquinària, etc.) quedarà exclòs. Aquesta premissa, queda reflectida en les figures per un enfosquiment de la zona no desitjada.

Núvol de punts dens

La creació del núvol de punts dens es va duu a terme mitjançant l'eina “Build Dense Cloud”, la qual, basant-se en les posicions estimades de les càmeres, calcula informació més detallada sobre cada una d'elles per construir un únic núvol de punts dens.

Segons les recomanacions recollides en el manual d'usuari de “Agisoft Photo Scan”, es va triar una qualitat alta i un filtrat de profunditat lleu, ja que aquest és útil quan en el model que es pretén crear existeixen petits detalls que són de rellevància.



Figura 4.8 – Núvol de punts dens de la part superior (Font: Pròpia)

Malla

La creació de la malla es va duu a terme mitjançant l’eina “Build Mesh”, la qual, basant-se en el núvol de punts dens, construeix una xarxa poligonal 3D que representa la superfície del objecte. Com a especificacions, ja que es volia aconseguir una malla de qualitat alta, es va introduir un número de cares personalitzat (4000000).



Figura 4.9 – Malla de la part superior (Font: Pròpia)

Textura de la malla

La creació de la textura de la malla es va duu a terme mitjançant l’eina “Build Texture”, utilitzant el mode de mapeig genèric, que parametritza la textura per a una geometria arbitrària, i el mode de mescla de mosaic, que realitza una combinació dels components de baixa freqüència per evitar els problemes amb la línia d’unió al superposar imatges, mentre els components d’alta freqüència prenen els detalls de cada imatge.

Es van realitzar varies textures amb diferents mides de píxel: primer 4096x1, després 8192x1 i finalment 4096x2. No obstant, a l'hora d'encaixar les diferents parts del model tridimensional, es van utilitzar només la 8192x1 i 4096x2 de la part superior, i la 4096x2 de la part global.



Figura 4.10 – Textura amb qualitat 4096x2 de la part superior (Font: Pròpia)

Obtenció de les ortofotografies

Com ja s'ha esmentat durant la descripció general del treball de camp del aixecament fotogramètric, l'estudi de l'escultura de la “Dona i l’ocell” es va completar amb l'obtenció de diverses ortofotografies des de diferents plans de projecció.

Aquest procés es va duu a terme mitjançant l'eina “Build Orthomosaic”, la qual genera imatges d'alta resolució (en format *.TIFF) basant-se en les fotografies originals i el model construït. Com a especificacions, es va triar una mesura de píxel de 0,005 metres i una mida total de píxel de 1119x4500 (per les frontals) o 1059x4432 (per les laterals).

Així doncs, es van obtenir la frontal XZ, la posterior XZ, la dreta YZ i l'esquerra YZ del model tridimensional superior i global.



Figura 4.11 – Ortofotografies esquerra YZ de la part superior -esq.- i global -dta.- (Font: Pròpia)

Finalment, es van unir el parell de ortofotografies de cada pla de projecció mitjançant el programa “Adobe Photoshop”.



Figura 4.12 – Ortofotografia esquerra YZ (Font: Pròpia)

Ensamblatge de les diferents parts del model tridimensional

El model tridimensional unitari es va obtenir a partir dels núvols de punts realitzats durant el processament amb el “Agisoft PhotoScan”. Aquesta tasca, es va realitzar amb el programa “CloudCompare” i va consistir en: detectar les millors parts de cada malla, segmentar-les amb l’eina “Segment” i unir-les amb l’eina “Merge multiple clouds”.

Finalitzat aquest procés, es va obtenir un núvol de punts unitari de tota l’escultura, que, tot i ser bastant complet, es va observar que contenia algunes zones sense punts.

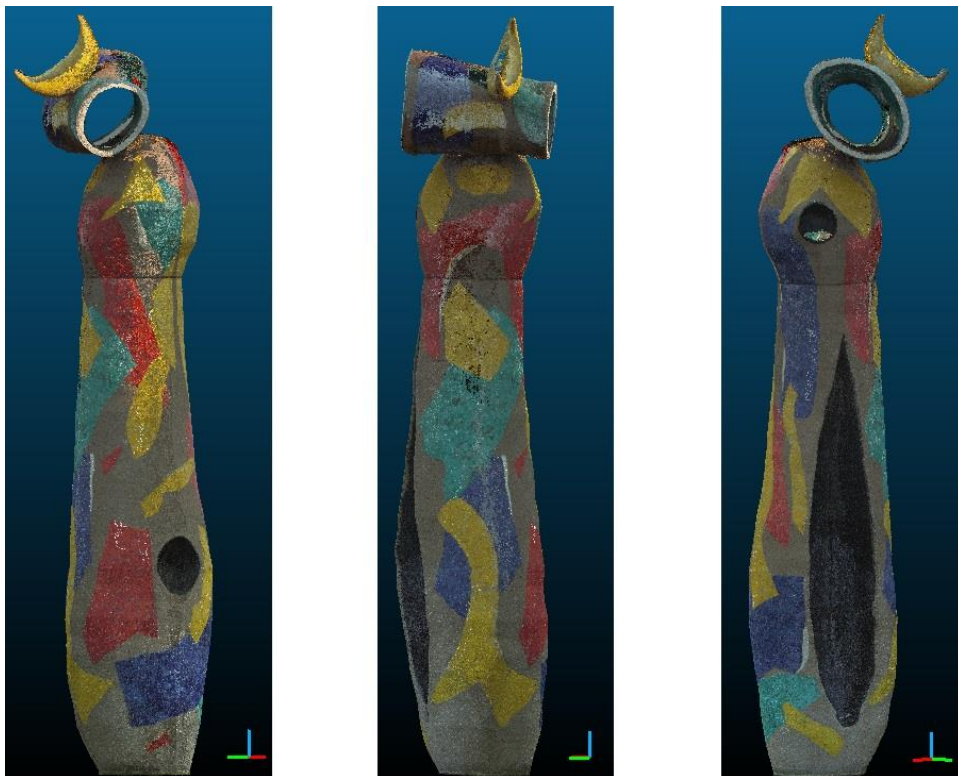


Figura 4.13 – Model tridimensional complet (Font: Pròpia)

PREPARACIÓ I OBTENCIÓ DEL MODEL PER LA IMPRESORA 3D

Com ja s’ha esmentat en la introducció de la memòria, l’objectiu final del projecte és l’obtenció d’una reproducció a escala 1:100 de “La dona i l’ocell”. I, aquesta, es va aconseguir mitjançant una impressora en tres dimensions.

5.1 – Model tridimensional de l’escultura

Donat que el núvol de punts unitari procedent del “CloudCompare” contenia algunes zones sense punts que la definissin, es va utilitzar l’eina “Poisson Surface Reconstruction” (pertanyen al mateix programa) per obtenir un model tridimensional adequat per la impressió en 3D. Aquesta, és una interfase basada en un algoritme de generació de malles triangulars que permet reconstruir superfícies a partir d’un conjunt de punts.



Figura 5.1 – Model tridimensional mitjançant una reconstrucció de la superfície de Poisson (Font: Pròpia)

Tot i que l’eina “Poisson Surface Reconstruction” ens va proporcionar un model continu, també va reconstruir el forat de la part superior de l’escultura, segurament a causa de la falta de definició del seu interior. I, encara que es van provar diferents maneres per evitar aquesta reconstrucció, cap d’elles va resultar satisfactòria.

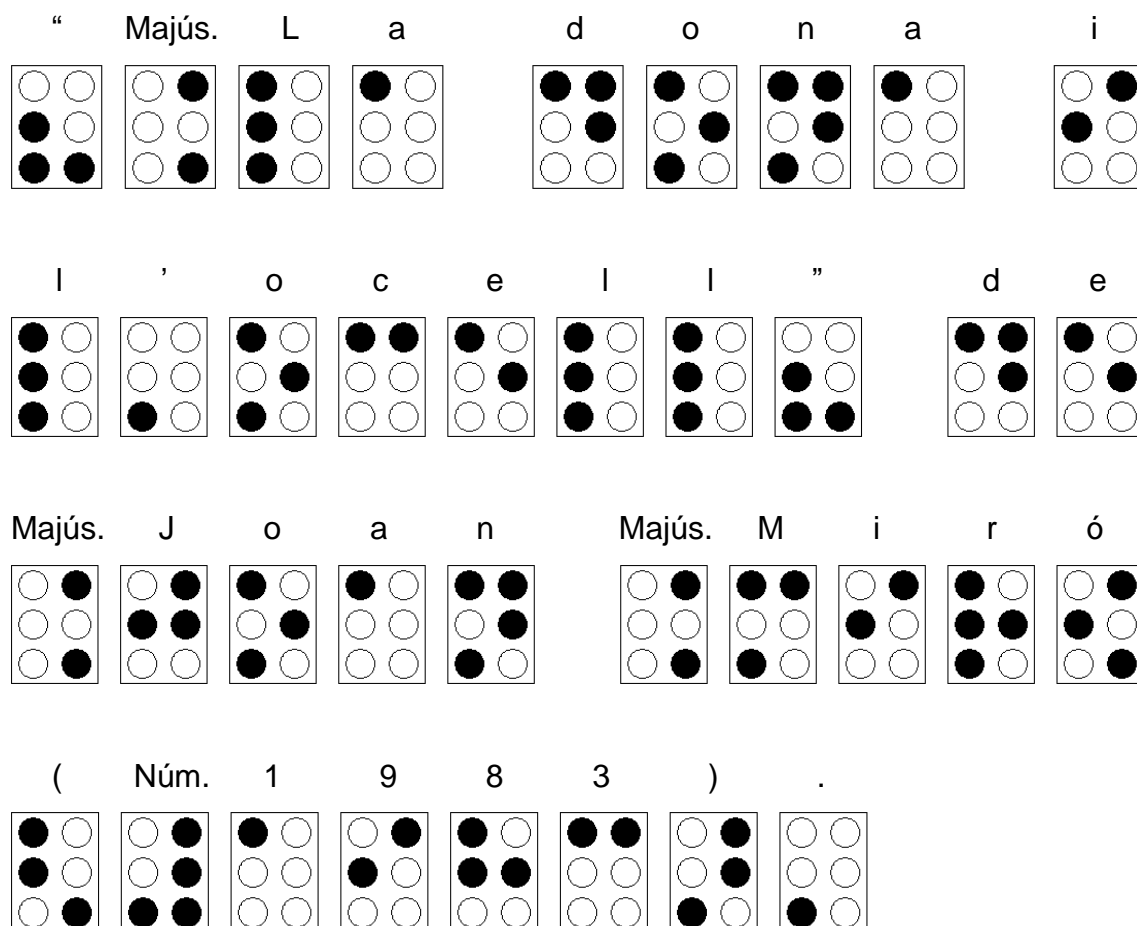
5.2 - Base de l’escultura i text en llenguatge Braille

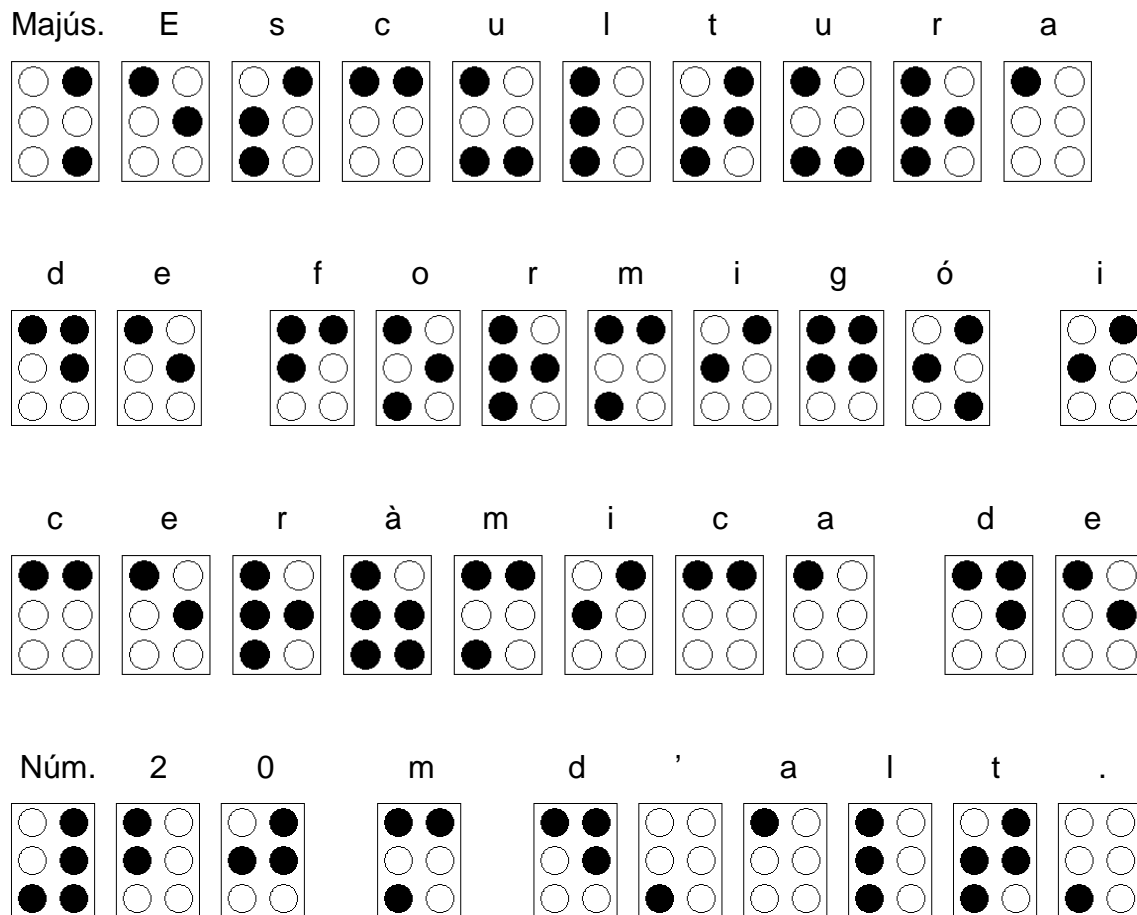
La base de l’escultura es va realitzar mitjançant la construcció d’un rectangle amb el programa “Autocad”, les cantonades del qual van correspondre amb les del estany que l’envolta.

També, per tal de fer completament accessible l’escultura de “La dona i l’ocell” a una persona amb discapacitat visual, es va voler adjuntar un petit text en Braille a la base.

Així doncs, es va afegir el següent:

<<“La dona i l’ocell” de Joan Miró (1983). Escultura de formigó i ceràmica de 20 m d’alt.>>





La digitalització del text es va realitzar amb el programa “Autocad”, mitjançant la construcció de diferents rectangles i prismes.

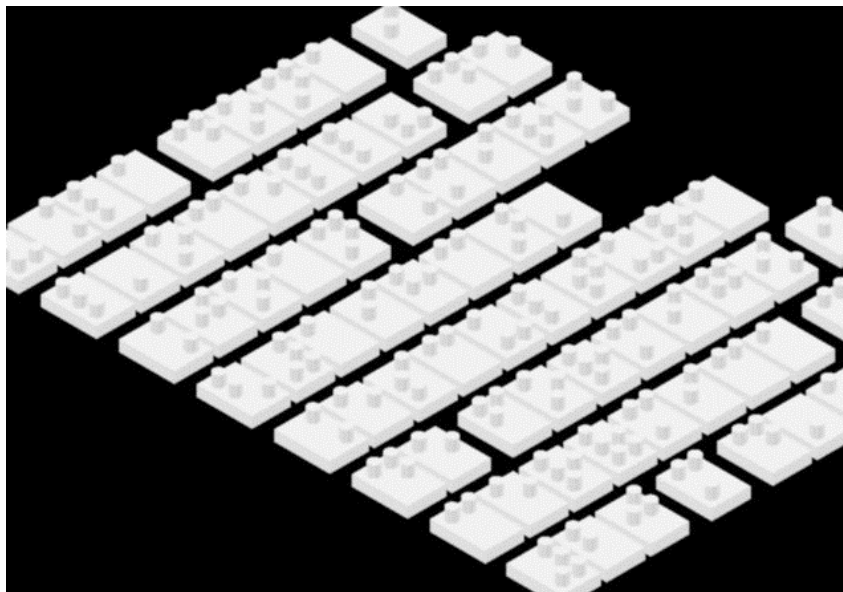


Figura 5.2 – Digitalització del text en Braille (Font: Pròpia)

CONCLUSIONS

Finalitzat l'estudi topogràfic i fotogramètric de "La dona i l'ocell" i obtingut un model tridimensional d'aquesta per a la seva reproducció a escala 1:100, es pot concloure que cal donar-li especial importància a la part de planificació i presa de dades, ja que la clau per obtenir un bon resultat és basar-se en una bona cobertura fotogràfica.

En general, la valoració personal dels resultats obtinguts és bona. No obstant, la reproducció a escala del model podria haver estat millor si s'hagués pogut disposar d'una major cobertura fotogràfica des dels edificis que envolten el Parc Joan Miró, ja que aleshores potser no s'hauria reconstruït el forat de la part superior de l'escultura.

La tria del tema pel projecte final i el desenvolupament d'aquest, han consolidat els coneixements adquirits durant el transcurs de tot el grau. Ja que al aplicar-los a un cas pràctic, s'ha vist la raó de tota la teoria apresada i s'ha pogut comprendre les relacions entre les diferents assignatures.

També, m'ha fet palesa la importància del domini del major nombre d'eines informàtiques de cara a exercir la professió de topògraf, ja que les noves tecnologies s'utilitzen cada cop més i han agafat molta força en aquest sector.

BIBLIOGRAFIA

ATKINSON, K.B. (1996). *Close Range Photogrammetry and Machine Vision*. [Llibre]. Bristol: Whittels Publishing.

LERMA, J.L. (2002). *Fotogrametría Moderna: Analítica y digital*. [Llibre]. Valencia: UPV.

BUILL, F., NÚÑEZ, M.A., RODRÍGUEZ, J.J. (2003). *Fotogrametria analítica*. [Llibre]. 1ª ed. Catalunya: Edicions UPC.

RODRÍGUEZ JORDANA, J. (2002). *Ajuste de observaciones. El método de los mínimos cuadrados con aplicaciones a la topografía*. [Llibre]. 1ª ed. Catalunya: Edicions UPC.

AGISOFT LLC. (2016). *Agisoft PhotoScan User Manual. Professional Edition, Version 1.2*. [Manual on-line]. <http://www.agisoft.com/pdf/photoscan-pro_1_2_en.pdf>

CLOUDCOMPARE. (2016). *CloudCompare User manual, Version 2.6.1*. [Manual on-line]. <<http://www.cloudcompare.org/doc/qCC/CloudCompare%20v2.6.1%20%20User%20manual.pdf>>

AJUNTAMENT DE BARCELONA. (2016). *La Barcelona de la democràcia: Art als nous espais públics*. [Web]. [Consultat: 03 juny 2016]. Barcelona: Ajuntament de Barcelona. <http://w10.bcn.es/APPS/gmocataleg_monum/HomeAc.do?idioma=CA>.

ONCE. (2016). *El Braille: la llave del conocimiento*. [Web]. [Consultat: 12 juny 2016]. Espanya: Once. <<http://www.once.es/new/servicios-especializados-en-discapacidad-visual/braille>>

MOUTINHO, O. (2015). *Tutorial de Modelos 3D Agisoft PhotoScan*. [Vídeo en línia]. [Consultat: 03 juny 2016]. YouTube. <<https://www.youtube.com/watch?v=4R1Tyx792AU&list=PL2UsAzNdeUas6e8FUh3Sjpqqcxf2Bzh81&index=13>>

AGRAÏMENTS

Als meus tutors Felipe Buill Pozuelo i Albert Prades Valls per la seva ajuda durant la realització d'aquest projecte.

A la Universitat Politècnica de Catalunya per facilitar-me el lloc, material i tot el software necessari per duu a terme el projecte.

A l'empresa "VIAS" per permetrem l'accés al Parc Joan Miró durant l'inici de les obres del nou centre de neteja del parc. I als veïns del carrer d'Aragó i de Tarragona per deixar-me prendre imatges des dels seus balcons, finestres o terrasses.

I, finalment, al meu pare per l'ajuda rebuda durant el desenvolupament dels treballs de camp i a la meva família i amics pel recolzament rebut durant la relació del projecte.

Aixecament 3D de “La dona i l’ocell”

ANNEXOS

ÍNDIX

Annex 1: Ressenyes de bases de la poligonal

Annex 2: Ressenyes de punts radiats

Annex 3: Permís d’accés al Parc Joan Miró

Annex 4: Informe de processament – 02 juny 2016

Annex 5: Plànols

Annex 1: Ressenyes de bases de la poligonal

RESENYA DE BASE DE LA POLIGONAL

Informació general

Codi:	A
Província:	Barcelona
Comarca:	Barcelonès
Municipi:	Barcelona
Descripció:	Marca al terra en forma de creu feta amb retolador permanent.

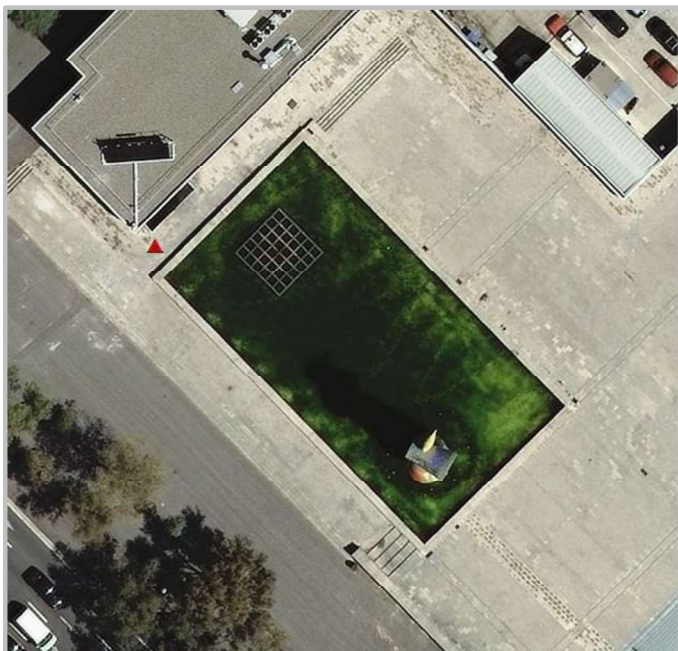
Coordenades

Sistema de referència:	ETRS89/00		
Projecció:	UTM	Fus 31	Hemisferi N
X Projectada (X):	428640.790 m	σ :	0.000 m
Y Projectada (Y):	4581066.969 m	σ :	0.000 m
Factor d'escala (K):	0.99966262		
Sistema de referència:	LOCAL		
X Projectada (X):	100.000 m	σ :	0.000 m
Y Projectada (Y):	100.000 m	σ :	0.000 m
Z Projectada (Z):	100.000 m	σ :	0.000 m
Cota ortomètrica (H):	28.844 m	σ :	0.000 m
Model de geoide:	EGM08D595	N:	49.114 m
Referència de les cotes:	Centre de la marca		

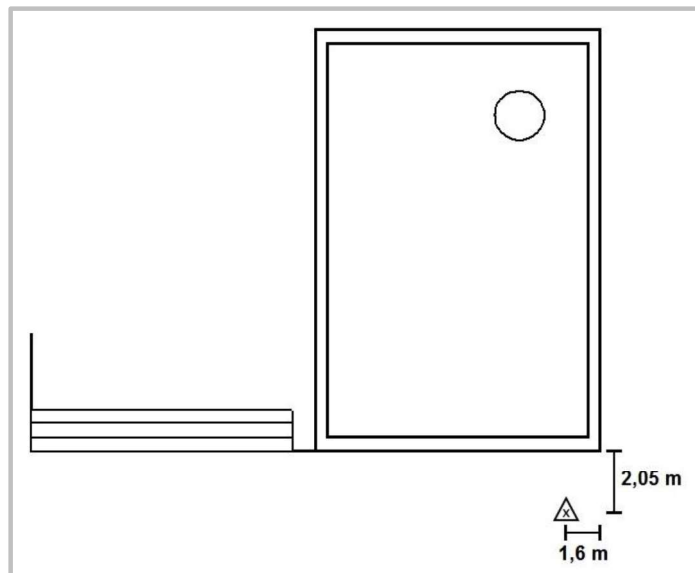
Fotografia



Orofotografia de la zona



Accés / Croquis de la zona



Ubicació del punt

El punt es troba a la intersecció entre el carrer d'Aragó i de Tarragona, entre el llac que envolta el monument de "La dona i l'ocell" i el Parc de Bombers de l'Eixample.

Informació general

Codi:	B
Província:	Barcelona
Comarca:	Barcelonès
Municipi:	Barcelona
Descripció:	Marca al terra en forma de creu feta amb retolador permanent.

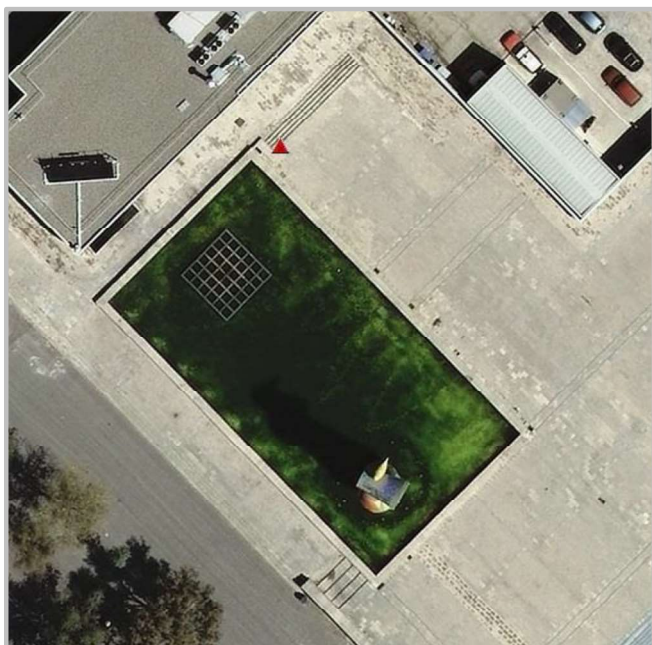
Coordenades

Sistema de referència:		ETRS89/00	
Projecció:	UTM	Fus 31	Hemisferi N
X Projectada (X):	428658.662 m		σ: 0.007 m
Y Projectada (Y):	4581078.858 m		σ: -0.003 m
Factor d'escala (K):	0.99966262		
Sistema de referència:		LOCAL	
X Projectada (X):	94.709 m		σ: 0.005 m
Y Projectada (Y):	120.778 m		σ: 0.006 m
Z Projectada (Z):	100.566 m		σ: 0.002 m
Cota ortomètrica (H):	29.410 m		σ: 0.002 m
Model de geoide:	EGM08D595		N: 49.114 m
Referència de les cotes:		Centre de la marca	

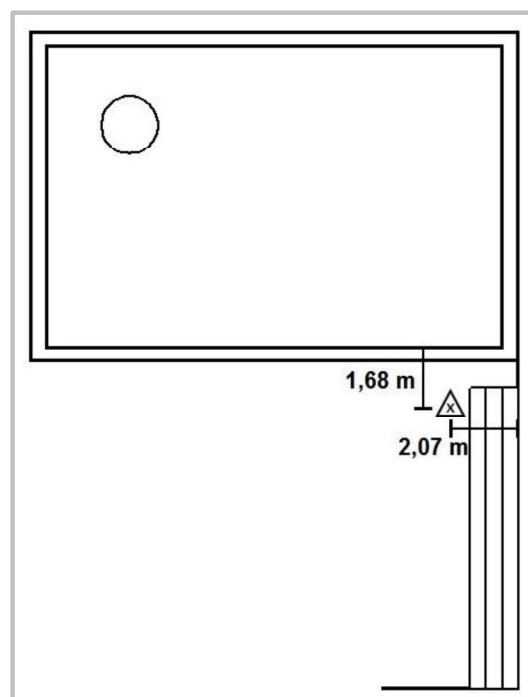
Fotografia



Orotofotografia de la zona




Accés / Croquis de la zona

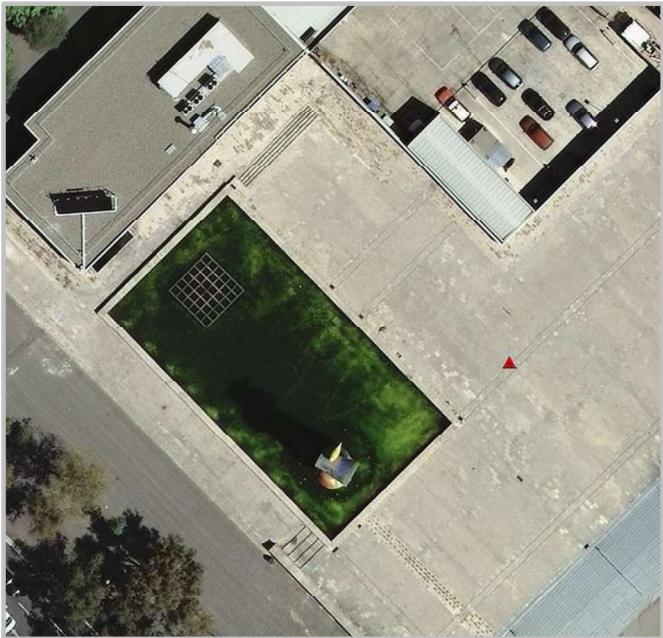


Ubicació del punt

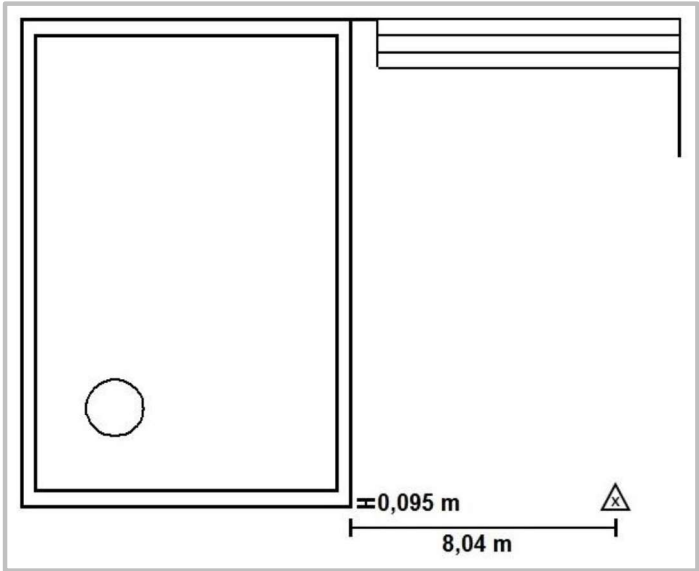
El punt es troba a la vorera nord-oest del Parc Joan Miró de Barcelona, a la zona d'escalles entre el llac que envolta el monument de "La dona i l'ocell" i el Parc de Bombers de l'Eixample.

Informació general	Coordenades	Fotografia
Codi: C	Sistema de referència: ETRS89/00	
Província: Barcelona	Projecció: UTM Fus 31 Hemisferi N	
Comarca: Barcelonès	X Projectada (X): 428688.571 m σ : 0.007 m	
Municipi: Barcelona	Y Projectada (Y): 4581057.655 m σ : -0.005 m	
Descripció: Marca al terra en forma de creu feta amb retolador permanent.	Factor d'escala (K): 0.99966262	
	Sistema de referència: LOCAL	
	X Projectada (X): 124.591 m σ : 0.007 m	
	Y Projectada (Y): 141.949 m σ : 0.005 m	
	Z Projectada (Z): 100.700 m σ : 0.003 m	
	Cota ortomètrica (H): 29.544 m σ : 0.003 m	
	Model de geoide: EGM08D595 N: 49.114 m	
	Referència de les cotes: Centre de la marca	

Orotofotografia de la zona




Accés / Croquis de la zona



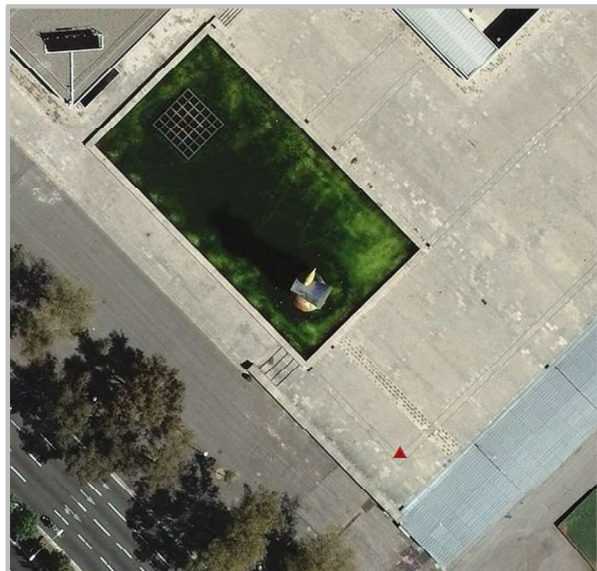
Ubicació del punt

El punt es troba a la vorera nord-est del Parc Joan Miró de Barcelona i a la cantonada est del llac que envolta el monument de “La dona i l’ocell”.

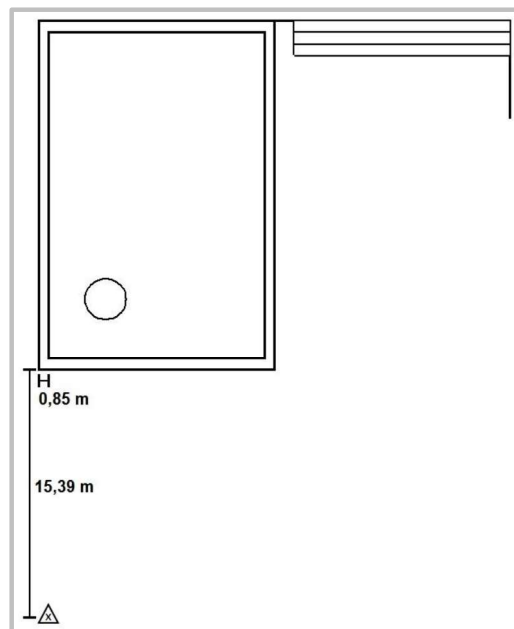
RESENYA DE BASE DE LA POLIGONAL

Informació general	Coordenades	Fotografia
Codi: D	Sistema de referència: ETRS89/00	
Província: Barcelona	Projecció: UTM Fus 31 Hemisferi N	
Comarca: Barcelonès	X Projectada (X): 428679.338 m σ : 0.005 m	
Municipi: Barcelona	Y Projectada (Y): 4581026.801 m σ : -0.003 m	
Descripció: Marca al terra amb retolador permanent.	Factor d'escala (K): 0.99966262	
	Sistema de referència: LOCAL	
	X Projectada (X): 150.614 m σ : 0.005 m	
	Y Projectada (Y): 123.036 m σ : 0.004 m	
	Z Projectada (Z): 100.612 m σ : 0.003 m	
	Cota ortomètrica (H): 29.456 m σ : 0.003 m	
	Model de geoide: EGM08D595 N: 49.114 m	
	Referència de les cotes: Centre de la marca	

Orotofotografia de la zona



Accés / Croquis de la zona




Ubicació del punt

El punt es troba a la vorera sud-est del Parc Joan Miró de Barcelona, al costat de les escales metàl·liques entre el llac que envolta el monument de "La dona i l'ocell" i el Centre Comercial Arenas.

Annex 2: Ressenyes de punts radiats

RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general	Coordenades	Fotografia
Codi: 2	Sistema de referència: LOCAL	
Província: Barcelona	X Projectada (X): 102.896 m	
Comarca: Barcelonès	Y Projectada (Y): 100.463 m	
Municipi: Barcelona	Z Projectada (Z): 100.731 m	
Descripció: Intersecció interior entre dos voreres del llac.		

Ubicació del punt

El punt es troba a la cantonada oest del llac que rodeja l'escultura de "La dona i l'ocell".


RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general	Coordenades	Fotografia
Codi: 3	Sistema de referència: LOCAL	
Província: Barcelona	X Projectada (X): 126.598 m	
Comarca: Barcelonès	Y Projectada (Y): 118.677 m	
Municipi: Barcelona	Z Projectada (Z): 118.259 m	
Descripció: Cantonada superior del trencadís de color groc.		

Ubicació del punt

El punt es situa sobre la superfície de l'escultura "La dona i l'ocell".

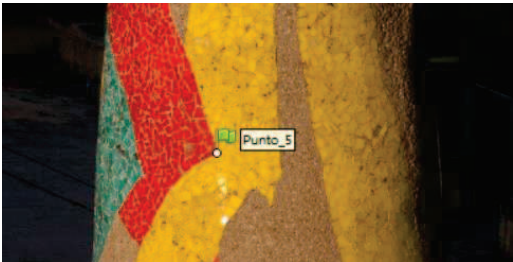
RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general	Coordenades	Fotografia
Codi: 4	Sistema de referència: LOCAL	
Província: Barcelona	X Projectada (X): 126.113 m	
Comarca: Barcelonès	Y Projectada (Y): 118.377 m	
Municipi: Barcelona	Z Projectada (Z): 116.852 m	
Descripció: Intersecció entre el trencadís de color groc i verd.		

Ubicació del punt

El punt es situa sobre la superfície de l'escultura "La dona i l'ocell".


RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general	Coordenades	Fotografia
Codi: 5	Sistema de referència: LOCAL	
Província: Barcelona	X Projectada (X): 127.211 m	
Comarca: Barcelonès	Y Projectada (Y): 118.275 m	
Municipi: Barcelona	Z Projectada (Z): 112.388 m	
Descripció: Intersecció entre el trencadís de color groc i vermell.		

Ubicació del punt

El punt es situa sobre la superfície de l'escultura "La dona i l'ocell".


RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general	Coordenades	Fotografia
Codi: 6	Sistema de referència: LOCAL	
Província: Barcelona	X Projectada (X): 126.307 m	
Comarca: Barcelonès	Y Projectada (Y): 118.563 m	
Municipi: Barcelona	Z Projectada (Z): 109.362 m	
Descripció: Cantonada superior del trencadís de color groc.		

Ubicació del punt

El punt es situa sobre la superfície de l'escultura "La dona i l'ocell".


RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general	Coordenades	Fotografia
Codi: 7	Sistema de referència: LOCAL	
Província: Barcelona	X Projectada (X): 125.845 m	
Comarca: Barcelonès	Y Projectada (Y): 119.041 m	
Municipi: Barcelona	Z Projectada (Z): 107.629 m	
Descripció: Cantonada superior esquerra del trencadís de color vermell.		

Ubicació del punt

El punt es situa sobre la superfície de l'escultura "La dona i l'ocell".


RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general	Coordenades	Fotografia
Codi: 8	Sistema de referència: LOCAL	
Província: Barcelona	X Projectada (X): 126.463 m	
Comarca: Barcelonès	Y Projectada (Y): 117.813 m	
Municipi: Barcelona	Z Projectada (Z): 104.186 m	
Descripció: Cantonada inferior dreta del trencadís de color vermell.		

Ubicació del punt

El punt es situa sobre la superfície de l'escultura "La dona i l'ocell".

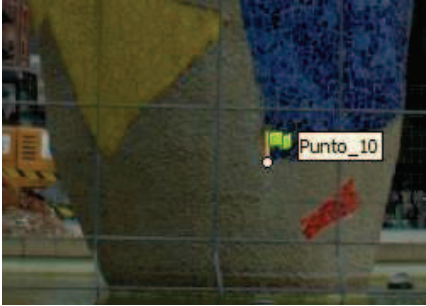
RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general	Coordenades	Fotografia
Codi: 9	Sistema de referència: LOCAL	
Província: Barcelona	X Projectada (X): 125.486 m	
Comarca: Barcelonès	Y Projectada (Y): 119.374 m	
Municipi: Barcelona	Z Projectada (Z): 103.352 m	
Descripció: Cantonada inferior esquerra del trencadís de color vermell.		

Ubicació del punt

El punt es situa sobre la superfície de l'escultura "La dona i l'ocell".


RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general	Coordenades	Fotografia
Codi: 10	Sistema de referència: LOCAL	
Província: Barcelona	X Projectada (X): 126.049 m	
Comarca: Barcelonès	Y Projectada (Y): 118.483 m	
Municipi: Barcelona	Z Projectada (Z): 101.577 m	
Descripció: Cantonada inferior esquerra del trencadís de color blau.		

Ubicació del punt

El punt es situa sobre la superfície de l'escultura "La dona i l'ocell".

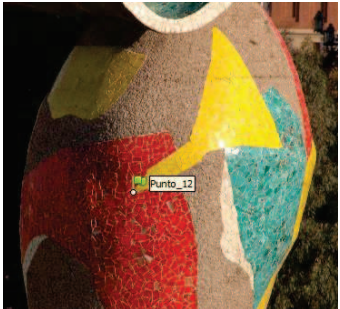
RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general	Coordenades	Fotografia
Codi: 11	Sistema de referència: LOCAL	
Província: Barcelona	X Projectada (X): 94.610 m	
Comarca: Barcelonès	Y Projectada (Y): 117.911 m	
Municipi: Barcelona	Z Projectada (Z): 100.714 m	
Descripció: Intersecció interior entre dos voreres del llac.		

Ubicació del punt

El punt es troba a la cantonada nord del llac que rodeja l'escultura de "La dona i l'ocell".


RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general	Coordenades	Fotografia
Codi: 12	Sistema de referència: LOCAL	
Província: Barcelona	X Projectada (X): 125.776 m	
Comarca: Barcelonès	Y Projectada (Y): 119.363 m	
Municipi: Barcelona	Z Projectada (Z): 116.291 m	
Descripció: Cantonada inferior esquerra del trencadís de color groc.		

Ubicació del punt

El punt es situa sobre la superfície de l'escultura "La dona i l'ocell".

RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general	Coordenades	Fotografia
Codi: 13	Sistema de referència: LOCAL	
Província: Barcelona	X Projectada (X): 126.143 m	
Comarca: Barcelonès	Y Projectada (Y): 119.542 m	
Municipi: Barcelona	Z Projectada (Z): 112.725 m	
Descripció: Intersecció entre el trencadís de color vermell i verd.		

Ubicació del punt

El punt es situa sobre la superfície de l'escultura "La dona i l'ocell".

RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general

Coordenades

Fotografia

Codi:	14
Província:	Barcelona
Comarca:	Barcelonès
Municipi:	Barcelona
Descripció:	Intersecció entre el trencadís de color groc i verd.

Sistema de referència:	LOCAL
X Projectada (X):	126.122 m
Y Projectada (Y):	119.542 m
Z Projectada (Z):	112.725 m



Ubicació del punt

El punt es situa sobre la superfície de l'escultura "La dona i l'ocell".

RESENYA DE PUNT RADIAT

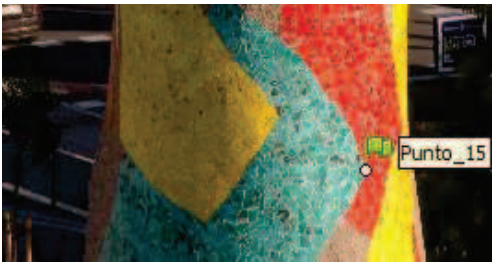
Informació general

Coordenades

Fotografia

Codi:	15
Província:	Barcelona
Comarca:	Barcelonès
Municipi:	Barcelona
Descripció:	Intersecció entre el trencadís de color verd i vermell.

Sistema de referència:	LOCAL
X Projectada (X):	126.529 m
Y Projectada (Y):	118.661 m
Z Projectada (Z):	112.099 m



Ubicació del punt

El punt es situa sobre la superfície de l'escultura "La dona i l'ocell".

RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general

Coordenades

Fotografia

Codi:	16
Província:	Barcelona
Comarca:	Barcelonès
Municipi:	Barcelona
Descripció:	Intersecció entre el trencadís de color blau i blanc.


Sistema de referència:	LOCAL
X Projectada (X):	126.049 m
Y Projectada (Y):	119.957 m
Z Projectada (Z):	109.534 m



Ubicació del punt

El punt es situa sobre la superfície de l'escultura "La dona i l'ocell".


RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general	Coordenades	Fotografia
Codi: 17	Sistema de referència: LOCAL	
Província: Barcelona	X Projectada (X): 125.767 m	
Comarca: Barcelonès	Y Projectada (Y): 120.304 m	
Municipi: Barcelona	Z Projectada (Z): 105.572 m	
Descripció: Intersecció entre el trencadís de color blau i groc.		

Ubicació del punt

El punt es situa sobre la superfície de l'escultura "La dona i l'ocell".


RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general	Coordenades	Fotografia
Codi: 18	Sistema de referència: LOCAL	
Província: Barcelona	X Projectada (X): 125.695 m	
Comarca: Barcelonès	Y Projectada (Y): 118.792 m	
Municipi: Barcelona	Z Projectada (Z): 102.948 m	
Descripció: Cantonada superior dreta del trencadís de color groc.		

Ubicació del punt

El punt es situa sobre la superfície de l'escultura "La dona i l'ocell".


RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general	Coordenades	Fotografia
Codi: 19	Sistema de referència: LOCAL	
Província: Barcelona	X Projectada (X): 125.946 m	
Comarca: Barcelonès	Y Projectada (Y): 120.040 m	
Municipi: Barcelona	Z Projectada (Z): 101.599 m	
Descripció: Cantonada inferior dreta del trencadís de color groc.		

Ubicació del punt

El punt es situa sobre la superfície de l'escultura "La dona i l'ocell".


RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general	Coordenades	Fotografia
Codi: 20	Sistema de referència: LOCAL	
Província: Barcelona	X Projectada (X): 126.091 m	
Comarca: Barcelonès	Y Projectada (Y): 120.761 m	
Municipi: Barcelona	Z Projectada (Z): 102.994 m	
Descripció: Cantonada inferior interior del trencadís de color groc.		

Ubicació del punt

El punt es situa sobre la superfície de l'escultura "La dona i l'ocell".


RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general	Coordenades	Fotografia
Codi: 21	Sistema de referència: LOCAL	
Província: Barcelona	X Projectada (X): 127.725 m	
Comarca: Barcelonès	Y Projectada (Y): 133.635 m	
Municipi: Barcelona	Z Projectada (Z): 100.734 m	
Descripció: Intersecció interior entre dos voreres del llac.		

Ubicació del punt

El punt es troba a la cantonada est del llac que rodeja l'escultura de "La dona i l'ocell".


RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general	Coordenades	Fotografia
Codi: 22	Sistema de referència: LOCAL	
Província: Barcelona	X Projectada (X): 127.614 m	
Comarca: Barcelonès	Y Projectada (Y): 121.188 m	
Municipi: Barcelona	Z Projectada (Z): 115.956 m	
Descripció: Intersecció entre el trencadís de color groc i vermell.		

Ubicació del punt

El punt es situa sobre la superfície de l'escultura "La dona i l'ocell".

RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general		Coordenades	Fotografia	
Codi:	23	Sistema de referència: LOCAL		
Província:	Barcelona	X Projectada (X):		127.376 m
Comarca:	Barcelonès	Y Projectada (Y):		121.121 m
Municipi:	Barcelona	Z Projectada (Z):		112.330 m
Descripció:				
Cantonada inferior del trencadís de color vermell.				

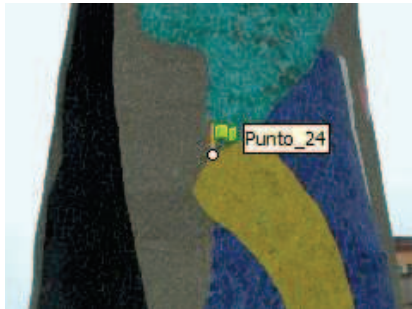
Ubicació del punt

El punt es situa sobre la superfície de l'escultura "La dona i l'ocell".

RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general	
Codi:	24
Província:	Barcelona
Comarca:	Barcelonès
Municipi:	Barcelona
Descripció:	
Intersecció entre el trencadís de color groc i verd.	

Coordenades	
Sistema de referència:	LOCAL
X Projectada (X):	126.969 m
Y Projectada (Y):	121.259 m
Z Projectada (Z):	108.149 m

Fotografia


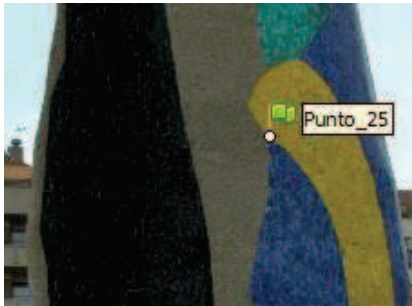
Ubicació del punt

El punt es situa sobre la superfície de l'escultura "La dona i l'ocell".

RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general	
Codi:	25
Província:	Barcelona
Comarca:	Barcelonès
Municipi:	Barcelona
Descripció:	
Intersecció entre el trencadís de color groc i blau.	


Coordenades	
Sistema de referència:	LOCAL
X Projectada (X):	126.955 m
Y Projectada (Y):	121.296 m
Z Projectada (Z):	107.385 m

Fotografia


Ubicació del punt

El punt es situa sobre la superfície de l'escultura "La dona i l'ocell".


RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general	Coordenades	Fotografia
Codi: 26	Sistema de referència: LOCAL	
Província: Barcelona	X Projectada (X): 126.316 m	
Comarca: Barcelonès	Y Projectada (Y): 121.076 m	
Municipi: Barcelona	Z Projectada (Z): 104.755 m	
Descripció: Intersecció entre el trencadís de color blau i groc.		

Ubicació del punt

El punt es situa sobre la superfície de l'escultura "La dona i l'ocell".


RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general	Coordenades	Fotografia
Codi: 27	Sistema de referència: LOCAL	
Província: Barcelona	X Projectada (X): 127.663 m	
Comarca: Barcelonès	Y Projectada (Y): 121.211 m	
Municipi: Barcelona	Z Projectada (Z): 102.456 m	
Descripció: Cantonada superior esquerra trencadís de color groc.		

Ubicació del punt

El punt es situa sobre la superfície de l'escultura "La dona i l'ocell".


RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general	Coordenades	Fotografia
Codi: 28	Sistema de referència: LOCAL	
Província: Barcelona	X Projectada (X): 128.395 m	
Comarca: Barcelonès	Y Projectada (Y): 120.570 m	
Municipi: Barcelona	Z Projectada (Z): 100.866 m	
Descripció: Cantonada inferior esquerra del trencadís de color groc.		

Ubicació del punt

El punt es situa sobre la superfície de l'escultura "La dona i l'ocell".


RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general	Coordenades	Fotografia
Codi: 29	Sistema de referència: LOCAL	
Província: Barcelona	X Projectada (X): 136.171 m	
Comarca: Barcelonès	Y Projectada (Y): 116.174 m	
Municipi: Barcelona	Z Projectada (Z): 100.726 m	
Descripció: Intersecció interior entre dos voreres del llac.		

Ubicació del punt

El punt es troba a la cantonada sud del llac que rodeja l'escultura de "La dona i l'ocell".


RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general	Coordenades	Fotografia
Codi: 30	Sistema de referència: LOCAL	
Província: Barcelona	X Projectada (X): 129.116 m	
Comarca: Barcelonès	Y Projectada (Y): 118.638 m	
Municipi: Barcelona	Z Projectada (Z): 115.719 m	
Descripció: Intersecció entre el trencadís de color blau i blanc.		

Ubicació del punt

El punt es situa sobre la superfície de l'escultura "La dona i l'ocell".

RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general	Coordenades	Fotografia
Codi: 31	Sistema de referència: LOCAL	
Província: Barcelona	X Projectada (X): 128.898 m	
Comarca: Barcelonès	Y Projectada (Y): 118.981 m	
Municipi: Barcelona	Z Projectada (Z): 113.712 m	
Descripció: Intersecció entre el trencadís de color blau i blanc.		

Ubicació del punt

El punt es situa sobre la superfície de l'escultura "La dona i l'ocell".

RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general

Coordenades

Fotografia

Codi: 32

Província: Barcelona

Comarca: Barcelonès

Municipi: Barcelona

Descripció:

Intersecció entre el trencadís de color blau i vermell.

Sistema de referència: **LOCAL**

X Projectada (X): 129.280 m

Y Projectada (Y): 119.282 m

Z Projectada (Z): 111.094 m



Ubicació del punt

El punt es situa sobre la superfície de l'escultura "La dona i l'ocell".

RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general

Coordenades

Fotografia

Codi: 33

Província: Barcelona

Comarca: Barcelonès

Municipi: Barcelona

Descripció:

Intersecció entre el trencadís de color groc i blau.

Sistema de referència: **LOCAL**

X Projectada (X): 129.261 m

Y Projectada (Y): 119.723 m

Z Projectada (Z): 111.809 m



Ubicació del punt

El punt es situa sobre la superfície de l'escultura "La dona i l'ocell".

RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general

Coordenades

Fotografia

Codi: 35

Província: Barcelona

Comarca: Barcelonès

Municipi: Barcelona

Descripció:

Cantonada inferior dreta del trencadís de color groc.

Sistema de referència: **LOCAL**

X Projectada (X): 129.713 m

Y Projectada (Y): 120.617 m


Z Projectada (Z): 107.453 m



Ubicació del punt

El punt es situa sobre la superfície de l'escultura "La dona i l'ocell".


RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general	Coordenades	Fotografia
Codi: 36	Sistema de referència: LOCAL	
Província: Barcelona	X Projectada (X): 129.915 m	
Comarca: Barcelonès	Y Projectada (Y): 119.813 m	
Municipi: Barcelona	Z Projectada (Z): 105.670 m	
Descripció: Intersecció entre el trencadís de color blau i groc.		

Ubicació del punt

El punt es situa sobre la superfície de l'escultura "La dona i l'ocell".


RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general	Coordenades	Fotografia
Codi: 37	Sistema de referència: LOCAL	
Província: Barcelona	X Projectada (X): 129.681 m	
Comarca: Barcelonès	Y Projectada (Y): 118.577 m	
Municipi: Barcelona	Z Projectada (Z): 105.095 m	
Descripció: Intersecció entre el trencadís de color groc i verd.		

Ubicació del punt


El punt es situa sobre la superfície de l'escultura "La dona i l'ocell".

RESENYA DE PUNT RADIAT

Informació general	Coordenades	Fotografia
Codi: 38	Sistema de referència: LOCAL	
Província: Barcelona	X Projectada (X): 129.426 m	
Comarca: Barcelonès	Y Projectada (Y): 119.653 m	
Municipi: Barcelona	Z Projectada (Z): 102.511 m	
Descripció: Intersecció entre el trencadís de color groc i verd.		

Ubicació del punt

El punt es situa sobre la superfície de l'escultura "La dona i l'ocell".

Informació general	Coordenades	Fotografia
Codi: 39	Sistema de referència: LOCAL	
Província: Barcelona	X Projectada (X): 129.336 m	
Comarca: Barcelonès	Y Projectada (Y): 119.522 m	
Municipi: Barcelona	Z Projectada (Z): 101.854 m	
Descripció: Intersecció entre el trencadís de color groc i verd.		

Ubicació del punt

El punt es situa sobre la superfície de l'escultura "La dona i l'ocell".

Annex 3: Permís d'accés al Parc Joan Miró

Antes de iniciarse la visita al centro de trabajo, **UTE PARC JOAN MIRÓ** le pone en antecedentes de las medidas de seguridad que inexcusablemente deberá observar durante el tiempo que permanezca en el mismo, y que son las siguientes:

- Utilice los equipos de protección individual conforme a las instrucciones dadas por UTE PARC JOAN MIRÓ y la señalización de seguridad existente.
- Respete los medios de protección instalados en el centro de trabajo.
- Ponga la máxima atención en el desarrollo de su visita para evitar incurrir en situaciones de riesgo para usted, sus compañeros o los trabajadores del centro.
- No lleve a cabo actuación alguna por propia iniciativa sin previa consulta a personal de UTE PARC JOAN MIRÓ.
- Comunique al personal de UTE PARC JOAN MIRÓ cualquier anomalía o circunstancia que entrañe un riesgo para su seguridad y avise de cualquier incidente que le ocurra o presencie.
- Colabore en caso de emergencia y necesidad de evacuación. Para ello deberá:
 - Conservar la calma.
 - Evacuar el área de trabajo o la obra siguiendo en todo momento las instrucciones del personal de UTE PARC JOAN MIRÓ.
- Lea toda la información escrita que se le entregue y consulte al personal de UTE PARC JOAN MIRÓ cualquier duda que le surja. Asegúrese de conocer los riesgos a los que puede estar expuesto durante la visita y las medidas de prevención a adoptar para evitarlos o minimizarlos.

IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS DURANTE LA VISITA AL CENTRO DE TRABAJO

- Caída de personas al mismo o distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Pisada sobre objetos.
- Choques y golpes contra objetos inmóviles.
- Otros riesgos comunicados por responsables de VÍAS antes de la visita.

MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

Información

Información sobre los riesgos identificados y medidas preventivas a aplicar (en su caso, facilitada por UTE PARC JOAN MIRÓ).

Normas de actuación

- RESPETE TODAS LAS INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD QUE RECIBA DEL PERSONAL DE UTE PARC JOAN MIRÓ.
- ABSTÉNGASE DE CUALQUIER ACCIÓN QUE LE EXPONGA A USTED O A SUS COMPAÑEROS A CUALQUIER PELIGRO.
- ALÉJESE DE INMEDIATO DE TODA CONDICIÓN PELIGROSA DETECTADA E INFORME AL PERSONAL DE UTE PARC JOAN MIRÓ.
- NO SE APARTE EN NINGÚN MOMENTO DEL ITINERARIO INDICADO O DE LA PERSONA RESPONSABLE DE VÍAS QUE LE ACOMPAÑE.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad
- Calzado de seguridad
- Prenda/s de alta visibilidad.
- Otros derivados de riesgos identificados antes de iniciar la visita.

PAUTAS DE ACTUACIÓN EN CASO DE INCIDENTE

- Estar tranquilo.
- No entorpecer las labores del personal de UTE PARC JOAN MIRÓ y/o de los medios de emergencia que acudan.
- Si se detecta un foco de incendio, ponerlo inmediatamente en conocimiento del personal de UTE PARC JOAN MIRÓ y no tratar de sofocar el fuego.
- Si se ordena la evacuación, todo el personal deberá proceder a abandonar la obra siguiendo en todo momento las instrucciones del personal de UTE PARC JOAN MIRÓ.
- El personal se concentrará en el punto de encuentro, esperando en el mismo hasta que así sea indicado por el Jefe de Emergencias. El punto de encuentro se sitúa en OFICINA DE LA OBRA.

DECLARACIÓN

Rogamos firme el presente comunicado y declaración:

D.: Anna Romeo Jané

DNI:

Integrante del colectivo: Escola Politècnica Superior d'Edificació de Barcelona (UPC)

DECLARA

Haber recibido de UTE PARC JOAN MIRÓ:

- Información relativa a los riesgos identificados y las medidas preventivas a adoptar durante mi visita al centro de trabajo.
- Información de las actuaciones en caso de emergencia y/o evacuación en el centro de trabajo.
- Haber leído y comprendido la documentación entregada.
- La posibilidad de consultar las dudas que me han surgido al respecto y, por tanto, conocer los riesgos identificados durante mi visita al centro de trabajo y las medidas de prevención para evitarlos o minimizarlos.
- Los equipos de protección individual considerados necesarios durante mi visita al centro de trabajo y las pertinentes instrucciones acerca del uso de los mismos.

Firma del visitante:



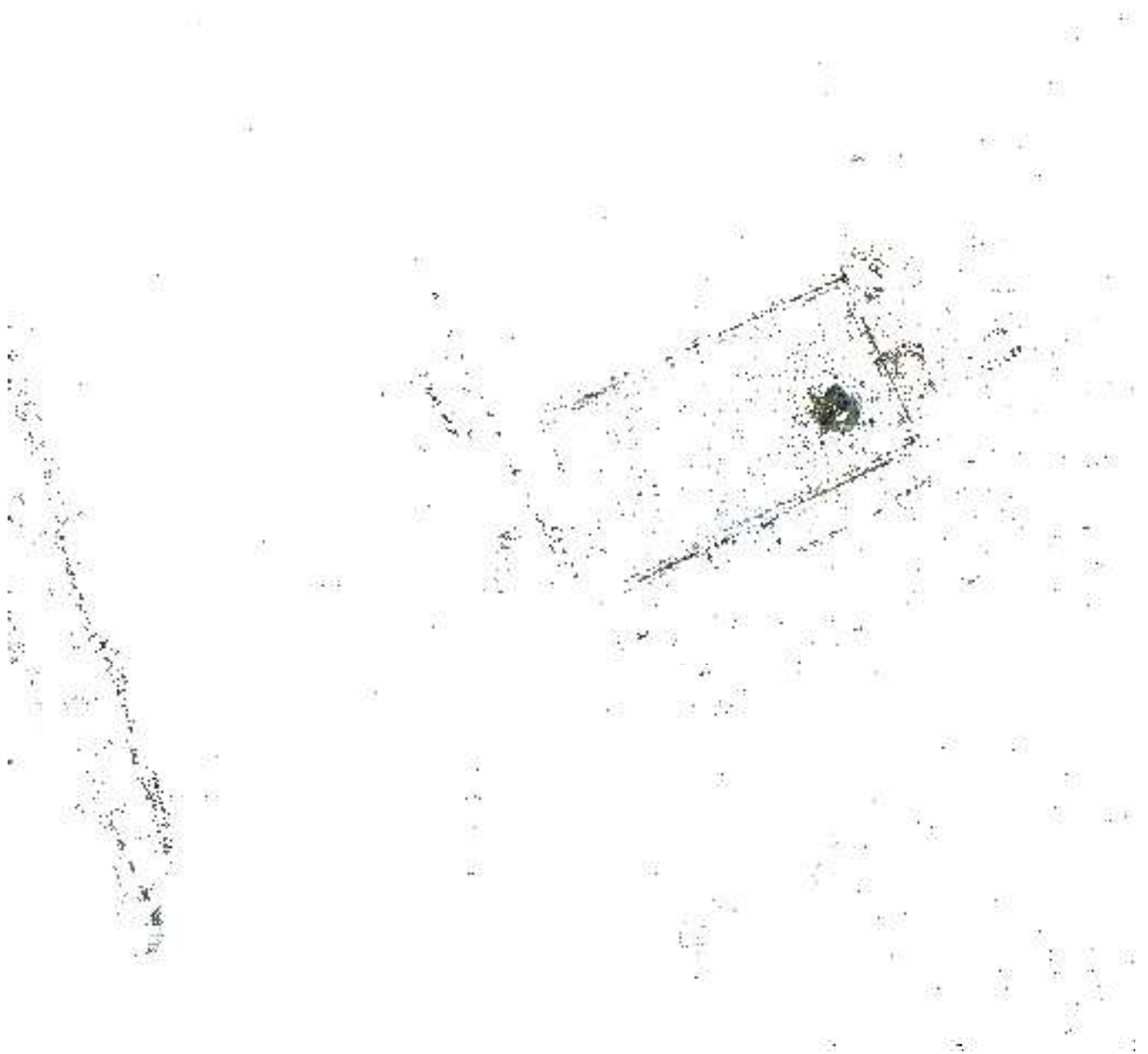
Fecha: 21/04/2016

Annex 4: Informe de processament – 02 juny 2016

Agisoft PhotoScan

Informe de procesamiento

02 junio 2016



Datos del levantamiento

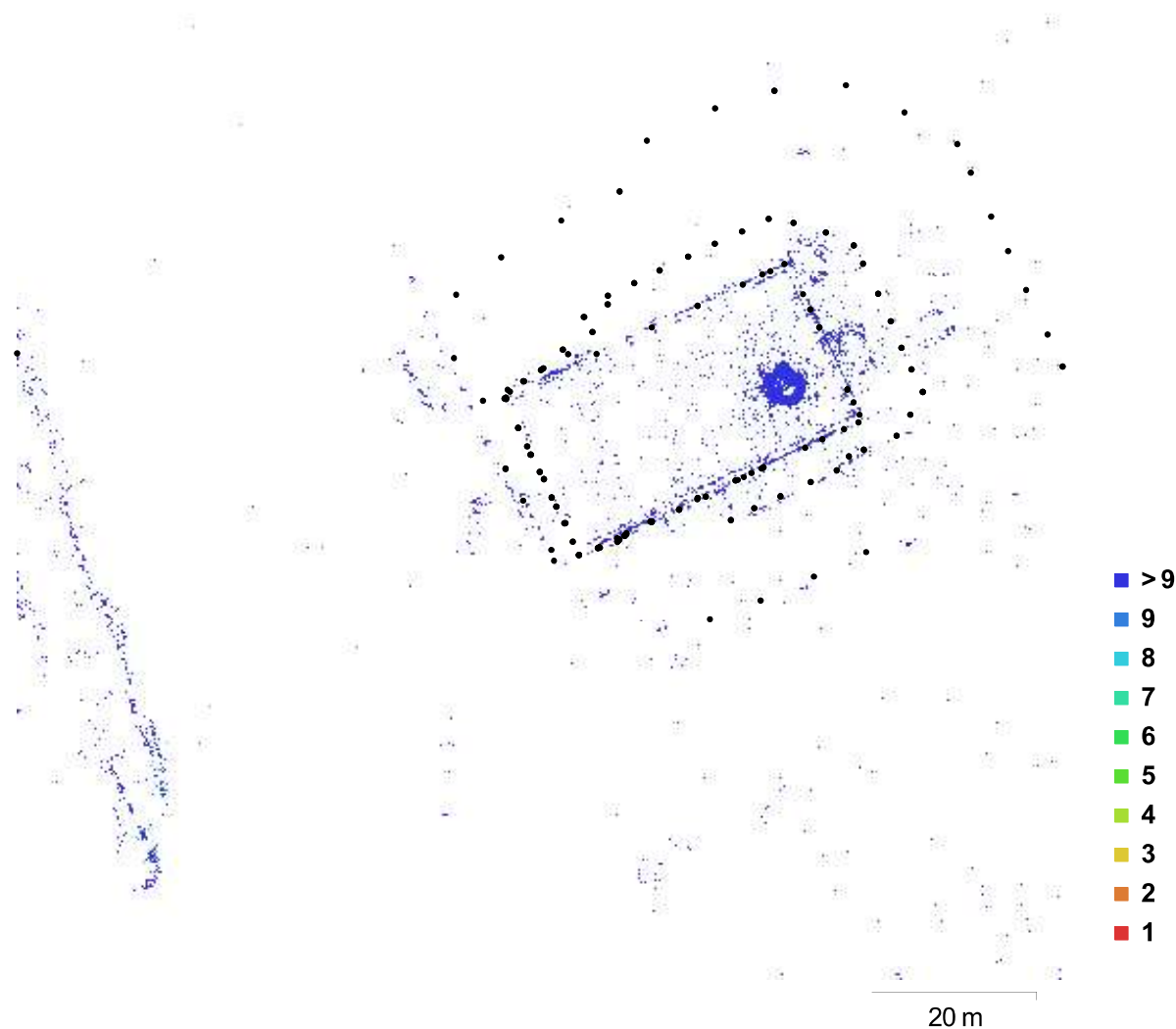


Fig. 1. Posiciones de cámaras y solapamiento de imágenes.

Número de imágenes:	251	Posiciones de cámara:	216
Altitud media de vuelo:	26.2 m	Puntos de enlace:	15,051
Resolución en terreno:	5.51 mm/pix	Proyecciones:	105,978
Superficie cubierta:	150 m^2	Error de reproyección:	1.15 pix

Modelo de cámara	Resolución	Distancia focal	Tamaño de píxel	Precalibrada
NIKON D70 (195 mm)	3008 x 2000	195 mm	8 x 8 micras	No
unknown	2848 x 4272	desconocido	desconocido	No
unknown	4272 x 2848	desconocido	desconocido	No

Tabla 1. Cámaras utilizadas.

Calibración de cámara/s



20 pix

Fig. 2. Gráfico de residuales para NIKON D70 (195 mm).

NIKON D70 (195 mm)

Resolución 3008 x 2000	Distancia focal 195 mm	Tamaño de píxel 8 x 8 micras	Precalibrada No
Tipo:	Cuadro	Skew:	0
Fx:	26122.4	Cx:	1498.36
Fy:	26122.4	Cy:	921.992
K1:	-119.817	P1:	0.0718562
K2:	-199492	P2:	0.123736
K3:	3.06673e+08	P3:	0
K4:	0	P4:	0

Calibración de cámara/s

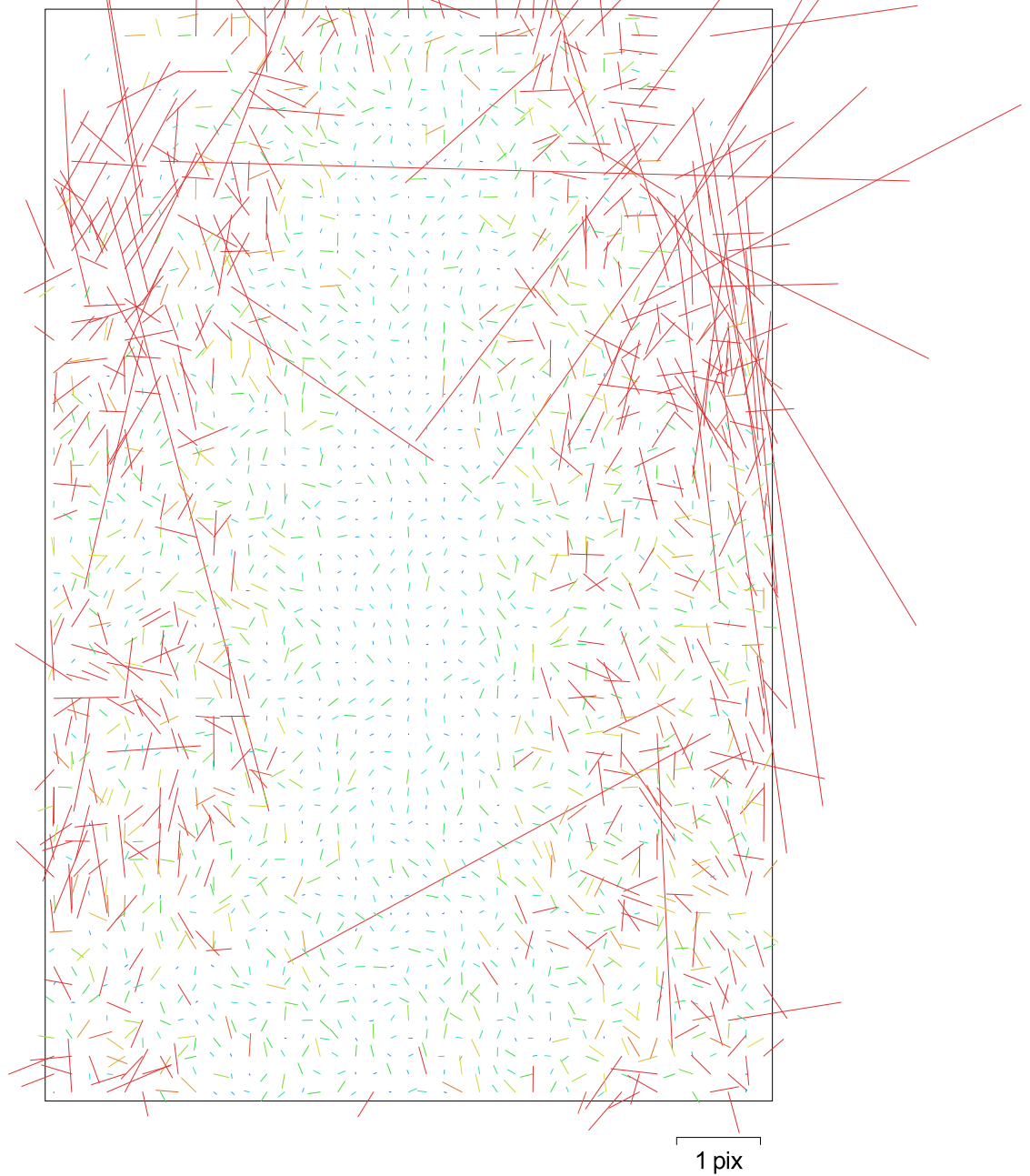


Fig. 3. Gráfico de residuales para unknown.

unknown

Resolución 2848 x 4272	Distancia focal desconocido	Tamaño de píxel desconocido	Precalibrada No
Tipo:	Cuadro	Skew:	0
Fx:	4746.33	Cx:	1398.79
Fy:	4746.33	Cy:	2079.09
K1:	-0.107153	P1:	-0.000567547
K2:	0.14444	P2:	0.00017791
K3:	-0.084075	P3:	0
K4:	0	P4:	0

Calibración de cámara/s

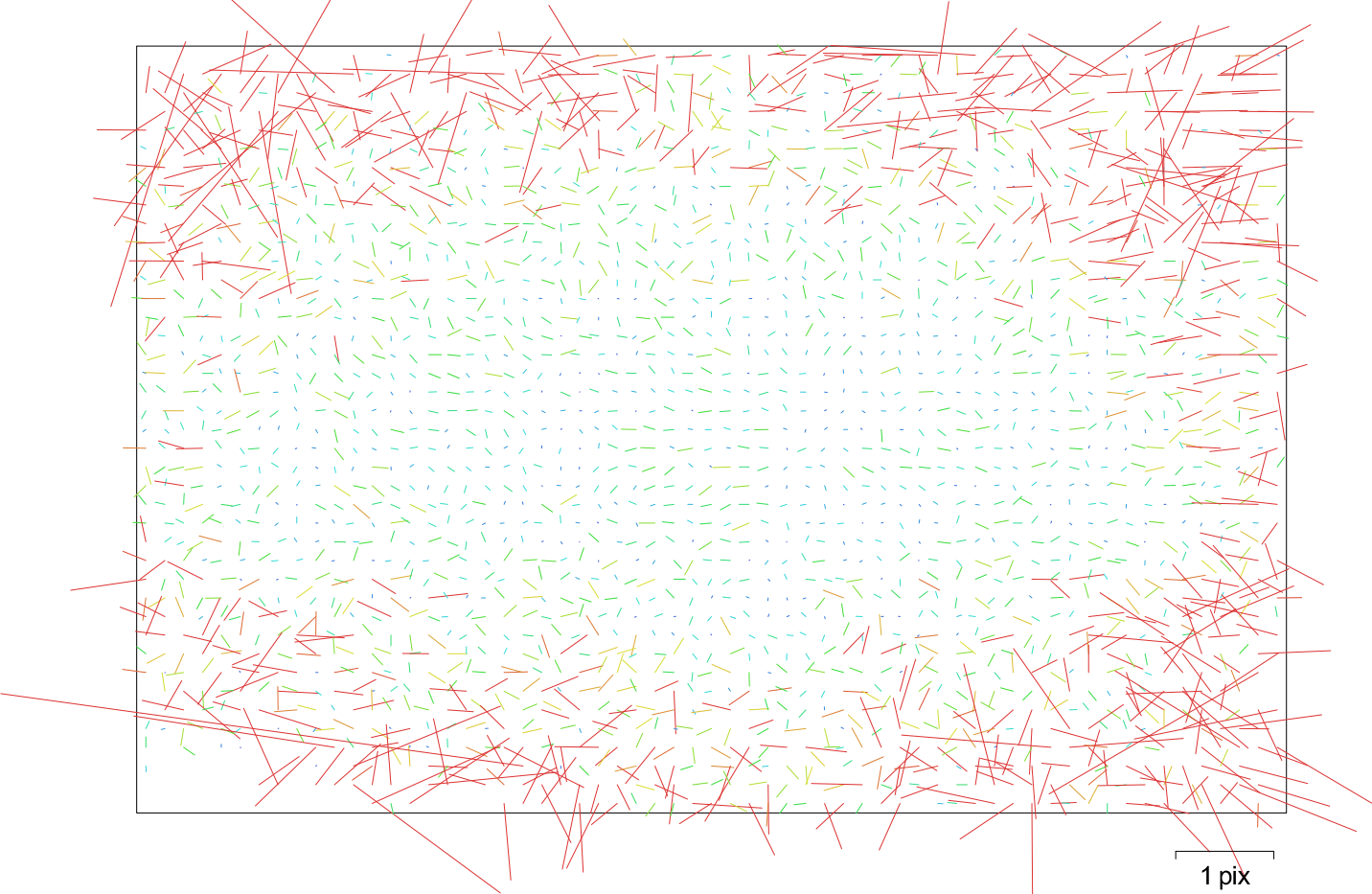


Fig. 4. Gráfico de residuales para unknown.

unknown

Resolución 4272 x 2848	Distancia focal desconocido	Tamaño de píxel desconocido	Precalibrada No
Tipo:	Cuadro	Skew:	0
Fx:	4748.37	Cx:	2079.4
Fy:	4748.37	Cy:	1448.19
K1:	-0.108356	P1:	-0.000198211
K2:	0.158008	P2:	-0.000440144
K3:	-0.123802	P3:	0
K4:	0	P4:	0

Puntos de control terrestres

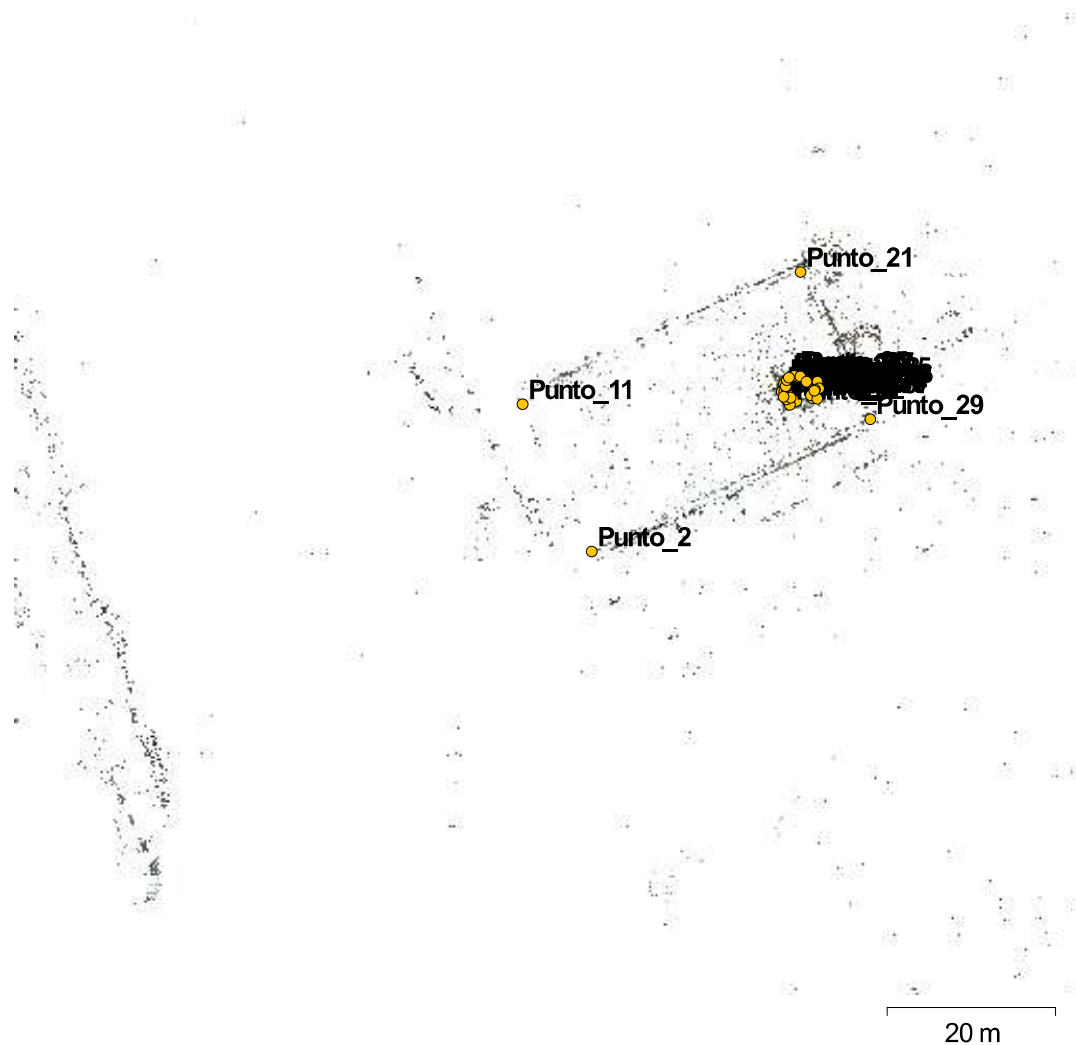


Fig. 5. Posiciones de puntos de apoyo.

Nombre	XY error (m)	Error en Z(m)	Error (m)	Proyecciones	Error (pix)
Punto_3	0.0269315	0.00165556	0.0269824	75	1.202
Punto_4	0.0114523	0.00549853	0.0127039	95	0.958
Punto_5	0.0125388	0.00902987	0.0154519	113	0.959
Punto_6	0.00738333	0.00581056	0.00939554	121	1.782
Punto_7	0.0209962	-0.0115472	0.023962	131	0.903
Punto_8	0.0244755	-0.00452394	0.0248901	122	0.814
Punto_9	0.0222396	0.0230219	0.0320095	123	0.711
Punto_10	0.00535005	0.000933236	0.00543083	117	1.352
Punto_12	0.02626	0.00365123	0.0265126	107	1.370

Nombre	XY error (m)	Error en Z(m)	Error (m)	Proyecciones	Error (pix)
Punto_13	0.0170726	0.00473686	0.0177175	124	0.824
Punto_14	0.0320301	0.0116319	0.0340768	127	0.554
Punto_15	0.022804	0.00180584	0.0228753	123	0.602
Punto_16	0.0275306	0.000868888	0.0275443	130	0.736
Punto_17	0.0230295	-0.00946754	0.0248996	132	1.954
Punto_18	0.00939218	-0.0173436	0.0197234	116	0.598
Punto_19	0.0156144	-0.00110515	0.0156534	118	1.014
Punto_20	0.0200962	-0.00571368	0.0208926	85	0.936
Punto_22	0.00847349	0.00686623	0.0109062	30	1.054
Punto_23	0.016758	0.0122112	0.0207351	50	1.154
Punto_24	0.00676388	-0.0114196	0.0132724	55	1.688
Punto_25	0.0214603	0.00742755	0.0227093	56	1.093
Punto_26	0.012606	0.000148669	0.0126069	55	1.021
Punto_27	0.0127245	-0.00185043	0.0128583	39	0.596
Punto_28	0.0263163	0.0101007	0.0281882	28	0.730
Punto_32	0.0187019	-0.0123555	0.0224147	24	1.319
Punto_33	0.0228491	-0.0108339	0.0252875	27	1.624
Punto_30	0.0203688	-0.00330577	0.0206353	25	1.276
Punto_31	0.028405	0.00772668	0.0294371	18	1.264
Punto_35	0.0183527	-0.000656845	0.0183645	34	1.187
Punto_36	0.0191759	-0.00912115	0.0212346	37	1.162
Punto_37	0.0213075	0.00284055	0.021496	32	1.932
Punto_38	0.0198397	-0.00991419	0.0221789	32	0.957
Punto_39	0.014237	-0.00703528	0.0158804	30	1.273
Punto_11	0.0294966	0.00332002	0.0296828	6	0.315
Punto_21	0.0215752	-0.00343435	0.0218468	32	1.424
RMS	0.0201698	0.00848968	0.0218837		1.130

Tabla 2. Puntos de apoyo.

Nombre	XY error (m)	Error en Z(m)	Error (m)	Proyecciones	Error (pix)
Punto_2	0.095083	-0.00913792	0.0955211	5	1.182
Punto_29	0.174996	-0.0315426	0.177816	59	1.199
RMS	0.140826	0.0232211	0.142728		1.198

Tabla 3. Puntos de control de calidad.

Modelo digital de elevaciones

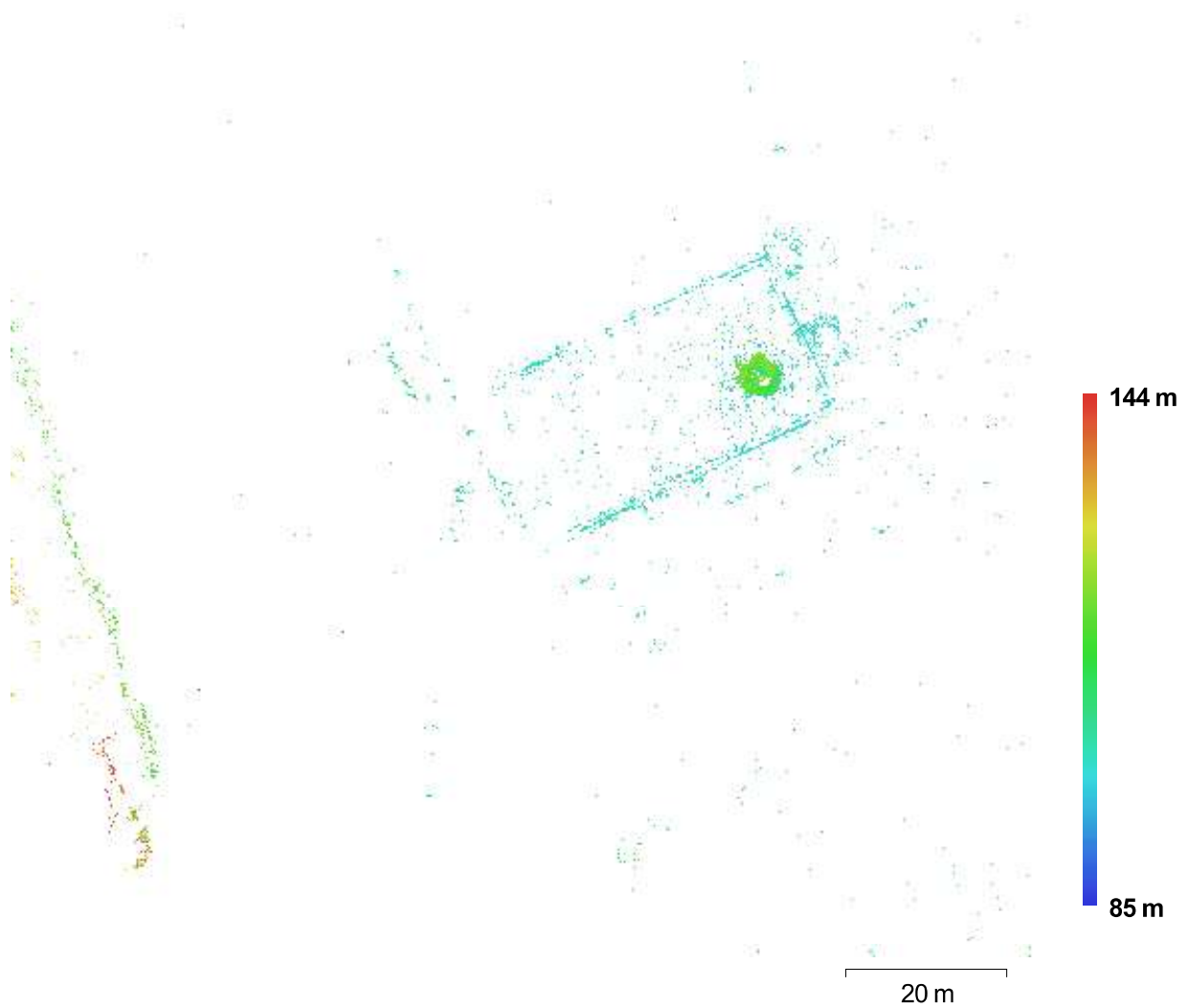


Fig. 6. Modelo digital de elevaciones.

Resolución: desconocido

Densidad de puntos: desconocido

Parámetros de procesamiento

Generales

Cámaras	251
Cámaras orientadas	216
Marcadores	37
Sistema de coordenadas	Local Coordinates

Nube de puntos

Puntos	15,051 de 39,647
RMS error de reproyección	0.172323 (1.15042 pix)
Error de reproyección máximo	0.524555 (37.4728 pix)
Tamaño promedio de puntos característicos	4.28495 pix
Superposición efectiva	6.69617

Parámetros de orientación

Precisión	Alta
Pre-procesar emparejamiento de imágenes	Genérico
Puntos claves por foto	10,000
Puntos de enlace por foto	1,000
Restricción de máscara activa	No
Tiempo búsqueda de puntos homólogos	27 minutos 55 segundos
Tiempo de orientación	15 segundos

Annex 5: Plànols

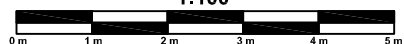


Títol
Aixecament 3D de "La dona i l'ocell"

Plànol
Ortofotografia. Secció Frontal XZ

Alumne
Anna Romeo Jané

Escala
1:100



Tutors
**Felipe Buill i
Albert Prades**

Número plànol
1 de 4

Fitxer plànol
Orto_FrontalXZ

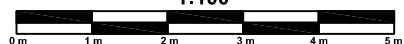


Títol
Aixecament 3D de "La dona i l'ocell"

Plànol
Ortofotografia. Secció Posterior XZ

Alumne
Anna Romeo Jané

Escala
1:100



Tutors
**Felipe Buill i
Albert Prades**

Número plànol
2 de 4

Fitxer plànol
Orto_PosteriorXZ

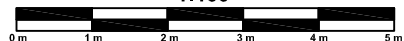


Títol
Aixecament 3D de "La dona i l'ocell"

Plànol
Ortofotografia. Secció Dreta YZ

Alumne
Anna Romeo Jané

Escala
1:100



Tutors
**Felipe Buill i
Albert Prades**

Número plànol
3 de 4

Fitxer plànol
Orto_DretaYZ



Títol
Aixecament 3D de "La dona i l'ocell"

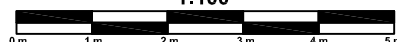
Plànol
Ortofotografia. Secció Esquerra YZ

Alumne
Anna Romeo Jané

Tutors **Felipe Buill i
Albert Prades**

Número plànol
4 de 4

Escala **1:100**



Fitxer plànol
Orto_EsquerraYZ

**ENGINYERIA
GEOMÀTICA I TOPOGRAFIA
TFG**

**Aixecament 3D de “La
dona i l’ocell”**

Projectista: Anna Romeo Jané
Directors: Felipe Buill i Albert Prades
Convocatòria: Juny 2016



Escola Politècnica Superior
d'Edificació de Barcelona

**Enginyeria Geomàtica i Topografia
Treball de Fi de Grau**

Projectista:
Anna Romeo Jané
Directors:
Felipe B. i Albert P.
Convocatòria:
Juny 2016

Aixecament 3D de “La dona i l’ocell”